

珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地 种子植物组成与区系特征

班旦曲宗¹ 达 瓦² 扎西次仁³ 赤列嘉措¹ 拉 多^{*1,4,5}

(1. 西藏大学生态环境学院那曲麦地卡自治区级湿地生态系统定位观测研究站 西藏拉萨 850000

2. 西藏自治区日喀则市生态环境局 西藏日喀则 857300 3. 西藏自治区日喀则市生态环境监测中心 西藏日喀则 857300

4. 西藏大学生态环境学院高山植物实验室 西藏拉萨 850000 5. 西藏大学地球第三极碳中和研究中心 西藏拉萨 850000)

摘要 植物组成与区系特征是生态系统稳定性的重要表征。以珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地为研究区,通过野外样方调查,对该区域高寒沼泽湿地种子植物组成、地理区系和生活型特征进行分析。研究区共记录到种子植物168种,隶属42科113属。科级组成以寡种科和单种科为主,属以单种属为主;研究区高寒沼泽湿地共发现5种珍稀濒危植物,25种中国特有植物,两者共占总物种数的17.86%;其中21种为青藏高原特有植物,内含4种西藏特有植物。科的地理区系成分以世界广布为主,占总科数的61.90%,属以温带成分为主,占总属数的71.68%。从种子植物科、属区系R/T比值来看,研究区与年楚河流域沼泽湿地基本一致,而科组成上与麦地卡湿地相似性最高。生活型以草本植物为主,其中多年生草本占73.21%。研究结果可为高寒沼泽湿地保护、管理及其资源的可持续利用提供基础数据。

关键词 种子植物;区系;珠穆朗玛国家公园;高寒沼泽湿地;区系热带成分/温带成分比

DOI:10.16249/j.cnki.2096-4617.2026.03.003

中图分类号 Q948.5

文献标识码 A

文章编号 2096-4617(2026)03-027-10

引言

国家公园作为国家重要的自然资源,具有显著或特殊的生态、文化和美学价值^[1],同时具有调节局部气候、保护生物多样性、涵养水源等生态功能^[2]。珠穆朗玛国家公园是青藏高原核心生态屏障区,其具有复杂的地貌和丰富的生物资源^[3],发育了以冰雪融水补给为主的高寒湿地类型^[4]。珠峰国家公园高寒沼泽湿地不同于以藏北高原内陆河流和湖泊补给为主的湿地生态系统,其主要依赖冰川融水,湿地分布与海拔、坡度密切相关^[5],同时珠峰地区南北翼巨大的海拔高差,形成了显著的气候差异,使该地区植被呈现完整的垂直地带性特征^[4]。湿地是指常年或季节性积水,并具有独特土壤、水环境和生物特征的生态系统,

收稿日期:2026-06-01

基金项目:西藏日喀则市科技项目(RKZ2024ZY-04);中央支持地方高校改革发展专项资金项目(XMK25-000842);西藏自治区科技计划重点研发项目(XZ202501ZY51.5);中央支持地方高校改革发展专项资金项目(藏财预指[2026]1号)。

第一作者简介:班旦曲宗,女,藏族,西藏日喀则人,西藏大学生态环境学院硕士研究生,主要研究方向为植物生态学。

通讯作者简介:拉多,男,藏族,西藏日喀则人,西藏大学生态环境学院教授,主要研究方向为植物生态学。

是地球重要的自然生态系统之一^[6],湿地的破坏、退化、消失将直接威胁生态环境安全。沼泽湿地植物是能够适应水陆交替或积水环境的植物类群,是生态系统的核心生产者,其多样性是湿地生态系统的核心特征之一,能够净化水体并维持湿地生态系统稳定与生产力^[7]。湿地植物对环境条件的变化极其敏感,其植物物种组成特征、地理区系成分、群落结构与分布格局能够综合反映湿地生态系统的稳定性和脆弱性^[8,9],因此湿地植物多样性在湿地退化机制和保护对策研究中具有重要的指示价值。目前,关于西藏湿地植物的相关研究报道较多,且研究内容主要集中在沼泽湿地植物多样性^[10]、植物组成特征^[11]、植物群落特征及其与环境因子关系等领域^[12],而珠峰地区植物学相关研究主要集中在保护区维管束植物区系结构^[13]、植被覆盖变化^[4]、沼泽湿地退化风险^[14]等方面,但是关于珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地植物相关的研究仍十分匮乏。为此,本研究对珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地种子植物组成和区系特征进行分析,并与其邻近湿地进行对比,揭示研究区高寒沼泽湿地植物组成与区系成分的独特性,为该研究区域高寒沼泽湿地植物资源保护和持续利用提供数据支撑,对维护国家生态安全屏障、推动高寒沼泽湿地生态系统可持续发展具有重要的参考价值。

1 研究区域与方法

1.1 研究区域概况

珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地位于喜马拉雅山脉中段北麓,其湿地总面积约为1 046.0 km²,分布于日喀则市定日县、聂拉木县、吉隆县、定结县境内。区域气候类型属于高原温带半干旱大陆性气候,年平均气温约2.1℃,最高气温约24.8℃,最低气温约-46.4℃;年降水量约270.5 mm,雨季集中在7~9月,年蒸发量约2 749.5 mm^[15],年内干湿季分明。研究区湿地植被为草甸、水生植物、湿地杂类草和低矮灌丛植被^[2]。湿地土壤类型主要以高山草甸土、沼泽泥炭土为主,局部区域发育有高山寒漠土^[15]。

1.2 研究方法

根据区域沼泽湿地地理位置、植被类型、生境异质性选择31个湿地,研究区湿地海拔分布范围约为3 900~5 100 m,其中高海拔区域以湿生草甸为主,中海拔区域以沼泽草甸为主且面积最大,泥炭沼泽则主要分布在中、低海拔沼泽湿地积水区域。在所选湿地内据植被斑块大小随机设置1m×1m的3~4个样方,共112个样方,记录每个样方内及其周边植物物种。实地能够鉴别的物种直接记录,不能鉴别的物种则采集照片和标本,并参照相关文献^[16-18]进行物种鉴定、名称核准和生活型划分。参照相关文献资料^[19,20]划分研究区种子植物区系成分。通过计算高寒沼泽湿地种子植物热带分布型科、属与温带分布型科、属的比值(R/T),分析研究区种子植物科、属区系的独特性。

根据植物科属内的物种数量确定优势科属^[21],科内物种数>10作为优势科,属内物种数>5作为优势属。表征科属的判断参考努尔买买提^[22]提出的方法,计算优势科属植物区系的重要值(IV),公式如下:

$$IV = (\text{某优势科、属在研究区物种数} / \text{该科、属的世界物种数}) \times 100 \quad (1)$$

再分别计算优势科、属IV的平均值,大于平均值的优势科、属作为研究区域高寒沼泽湿地的表征科、属。

采用Czechanowski系数^[23]对不同区域沼泽湿地植物科组成相似性(S_c)进行分析,计算公式如下:

$$S_c = \frac{2c}{A+B} \times 100\% \quad (2)$$

式中, A 为甲地全部科数, B 为乙地全部科数, c 为两地共有的科数。

2 结果与分析

2.1 珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地种子植物组成

研究区高寒沼泽湿地共记录种子植物 168 种,隶属于 42 科 113 属,该区域种子植物的科属种数与珠峰国家级自然保护区种子植物的组成比较结果(表 1)显示,研究区种子植物科、属、种数分别占整个保护区种子植物的 38.18%、19.65% 和 9.27%,呈现随分类单元降低而占比下降的规律,其中科的占比最高。

表 1 研究区高寒沼泽湿地种子植物与珠穆朗玛国家级自然保护区种子植物组成比较

Table 1 Comparison of seed plant composition between the alpine marsh wetland and the Mt. Qomolangma National Nature Reserve

分类	沼泽湿地种子植物	珠峰自然保护植物 ^[13]	占珠峰保护区种子植物百分比(%)
科	42	110	38.18
属	113	575	19.65
种	168	1 813	9.27

研究区高寒沼泽湿地共记录到 25 种中国特有植物,占总种数的 14.88%,其中 21 种为青藏高原特有植物,含 4 种西藏特有植物(附表 1)和 5 种濒危植物,分别为近危的多刺绿绒蒿(*Meconopsis horridula*)、合头菊(*Syncalathium kawaguchii*)、角盘兰(*Herminium monorchis*)和易危的异鳞红景天(*Rhodiola smithii*)、柳叶沙棘(*Hippophae salicifolia*)。本次调查在研究区未发现国家级保护植物。

2.2 珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地种子植物科属组成特征

2.2.1 种子植物科的组成特征

研究区高寒沼泽湿地共鉴定到 42 科种子植物,根据其所含物种数量分成了大型科、中型科、寡种科、单种科(表 2)。大型科 4 科,依次为菊科(Asteraceae, 23 种)、禾本科(Poaceae, 12 种)、毛茛科(Ranunculaceae, 11 种)、莎草科(Cyperaceae, 11 种),且均为优势科(表 3),科的优势现象明显。中型科 8 科,主要为豆科(Fabaceae, 9 种)、列当科(Orobanchaceae, 9 种)、蓼科(Polygonaceae, 7 种)等。大型科和中型科占总科数的 28.57%、总属数的 59.29%、总种数的 64.88%。寡种科和单种科各为 15 科,占总科数的 71.42%、总属数的 40.7%、总种数的 35.12%。属数和种数包含在少数科里,呈现典型的“核心-边缘”结构特征。大型科和中型科是研究区高寒沼泽湿地种子植物科多样性的主体。寡种科和单种科所含科数最多,但物种贡献最少,体现了湿地植物科的独特性。

表 2 研究区高寒沼泽湿地种子植物科的组成特征

Table 2 Family composition characteristics of seed plants in alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park

科型	科数	占总科数百分比(%)	属数	占总属数百分比(%)	种数	占总种数百分比(%)
大型科(种数>10 种)	4	9.52	33	29.20	57	33.93
中型科(种数 5~9 种)	8	19.06	34	30.09	52	30.95
寡种科(种数 2~4 种)	15	35.71	31	27.43	44	26.19
单种科(含 1 种)	15	35.71	15	13.28	15	8.93
合计	42	100	113	100	168	100

表征科是反映某一区域植物区系特征的科,通常物种数量达到一定阈值,且研究区某科所含物种数在世界该科总种数中的占比较高。优势科的重要值(IV)范围为 0.08~0.55,平均值为 0.26,高于平均值的科为毛茛科和莎草科(表 3),两者均为世界广布型科。

2.2.2 种子植物属的组成特征

研究区高寒沼泽湿地共鉴定到种子植物 113 属。按照属内包含物种数分成了大型属、中型属、寡种

属、单种属(表4)。本次调查未发现属内物种数 ≥ 10 种的属。中型属3个,依次为藁草属(*Carex*, 9种)、马先蒿属(*Pedicularis*, 8种)、蒿属(*Artemisia*, 7种),均为研究区优势属(表5);寡种属主要有棘豆属(*Oxytropis*, 4种)、沙棘属(*Hippophae*, 3种)、龙胆属(*Gentiana*, 3种)等26个属;单种属为84个,物种数为84个,占种子植物物种数的50%,是研究区高寒沼泽湿地植物属的主体,体现了高海拔湿地植物属内物种分化较弱的独特性。

表3 研究区高寒沼泽湿地种子植物优势科、表征科分析

Table 3 Dominant and characterization families of seed plants of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park			
优势科	种数	表征科	IV
菊科	23	—	—
禾本科	12	—	—
莎草科	11	毛茛科	0.55
毛茛科	11	莎草科	0.28

表4 研究区高寒沼泽湿地种子植物属组成特征

Table 4 Genus composition characteristics of seed plants of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park				
属 型	属数	占总属数百分比(%)	种数	占总种数百分比(%)
中型属(种数5~9种)	3	2.65	24	14.29
寡种属(种数2~4种)	26	23.01	60	35.71
单种属(含1种)	84	74.34	84	50.00
合 计	113	100	168	100

表征属能够反映某一地区植物地理区系成分的属级演化特征和属性。表征属是根据优势属重要值来确定。优势属的重要值(IV)为0.45~2.33,平均值为1.46,高于平均值的属为蒿属和马先蒿属,均为北温带分布型。

表5 研究区高寒沼泽湿地种子植物优势属和表征属

Table 5 Dominant and characterization genera of seed plants of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park			
优势属	种数	表征属	IV
藁草属	9	—	—
马先蒿属	8	蒿属	2.33
蒿属	7	马先蒿属	1.60

2.3 珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地种子植物地理区系特征

2.3.1 种子植物科的区系特征

研究区高寒沼泽湿地种子植物科的地理区系统计结果(表6)显示,42科种子植物可划分为4个地理区系分布型和3个变型,其中世界广布型占比最高,主要有菊科、莎草科、毛茛科、蓼科、禾本科等。热带成分和温带成分相一致,各含8科,各占总科数的19.04%。热带分布型以泛热带分布型为主导,主要为豆科、大戟科(*Euphorbiaceae*)、卫矛科(*Celastraceae*)等6科;热带亚洲-热带非洲-热带美洲和以南半球为主的泛热带各1科,分别为鸢尾科(*Iridaceae*)和石蒜科(*Amaryllidaceae*)。温带成分中北温带和南温带间断分布为主要类型,包括罂粟科(*Papaveraceae*)、牻牛儿苗科(*Geraniaceae*)、胡颓子科(*Elaeagnaceae*)、灯心草科(*Juncaceae*);其次是北温带分布型,为通泉草科(*Mazaceae*)、列当科(*Orabanchaceae*)、忍冬科(*Caprifoliaceae*);旧世界温带分布型1科为怪柳科(*Tamaricaceae*)。

2.3.2 种子植物属的区系特征

研究区高寒沼泽湿地种子植物属的地理区系分析(表7)显示,113属可划分为12个地理区系分布型和6个变型,属区系成分相对复杂。温带成分优势明显,共77属,占总属数的68.14%,其中北温带分布属最多,欧亚和南美温带间断分布(火绒草属 *Leontopodium*)、地中海区和喜马拉雅间断分布(刺参属 *Mo-*

表6 研究区高寒沼泽湿地种子植物科的地理区系特征

Table 6 Geographical floristic characteristics of seed plant families of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park

地理区系分类型	科数	占总科数百分比(%)
1. 广布(世界广布)	26	61.905
2. 泛热带(热带广布)	6	14.286
2-2. 热带亚洲-热带非洲-热带美洲(南美洲)	1	2.381
2S. 以南半球为主的泛热带	1	2.381
8. 北温带	3	7.143
8-4. 北温带和南温带间断分布	4	9.524
10. 旧世界温带	1	2.381
合计	42	100

rina)、东亚分布(黄鹌菜属 *Youngia*)、中国特有分布(合头菊属 *Syncalathium*)各1属。世界广布型共29属, 占总属数的25.66%。热带分布7属, 占总属数的6.19%, 其中泛热带分布属为醉鱼草属(*Buddleja*)、狼尾草属(*Pennisetum*)、狗尾草属(*Setaria*)、鸭跖草属(*Commelina*)和大戟属(*Euphorbia*)共5属; 旧世界热带分布型(香茶菜属 *Isodon*)和热带亚洲至热带非洲分布型(草沙蚕属 *Tripogon*)各1属。

表7 研究区高寒沼泽湿地植物属的地理区系特征

Table 7 Geographical floristic characteristics of seed plant genera of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park

地理区系成分	属数	占总属数百分比(%)
1. 世界分布	29	25.664
2. 泛热带分布	5	4.425
4. 旧世界热带分布	1	0.885
6. 热带亚洲至热带非洲分布	1	0.885
8. 北温带	34	30.088
8-2. 北极-高山	4	3.540
8-4. 北温带和南温带(全温带)间断	7	6.195
8-5. 欧亚和南美温带间断分布	1	0.885
9. 东亚和北美洲间断	2	1.770
10. 旧世界温带	9	7.965
10-2. 地中海区和喜马拉雅间断分布	1	0.885
11. 温带亚洲分布	5	4.425
12. 地中海区、西亚至中亚	2	1.770
13. 中亚	2	1.770
13-2. 中亚至喜马拉雅和我国西南分布	3	2.655
14. 东亚分布 E. Asia	1	0.885
14-1. 中国-喜马拉雅(SH)	5	4.425
15. 中国特有	1	0.885
合计	113	100

2.4 种子植物科属 R/T 值分析及其邻近地区的比较

R/T 值(热带分布型/温带分布型) 分析结果(表8)显示, 研究区高寒沼泽湿地种子植物科的 R/T 为 1, 相比之下年楚河流域^[24]、麦地卡^[11]、拉萨河谷沼泽湿地^[25]植物科的 R/T 值均<1, 表现温带区系特征, 其中拉萨河谷沼泽湿地植物科表现出更强的温带区系特征。

属的 R/T 值及其邻近地区比较分析结果(表9)显示, 研究区及邻近各高寒沼泽湿地种子植物属的区系 R/T 值均处于极低水平, 表现出极强的温带区系特征。研究区域高寒沼泽湿地种子植物属的 R/T(0.09)<1, 温带成分的属数远多于热带成分, 与年楚河湿地种子植物区系特征^[24]相似性最强。

表8 研究区高寒沼泽湿地种子植物科 R/T 值及其邻近地区的比较
Table 8 R/T ratio comparison bewteen seed plants families of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park and adjacent regions

区域	世界分布	温带分布	热带分布	R/T
珠峰高寒沼泽湿地	25	8	8	1.00
年楚河湿地 ^[24]	25	5	4	0.80
麦地卡湿地 ^[11]	24	8	6	0.75
拉萨河谷湿地 ^[25]	34	10	3	0.30

2.5 珠穆朗玛国家公园湿地种子植物与邻近地区湿地科组成相似性比较

各研究区高寒沼泽湿地种子植物科级相似性系数介于0.64~0.78之间(图1),整体上各湿地间的种子植物科组成相似性处于中等及偏高水平。以珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地为中心,其与麦地卡湿地种子植物科^[11]的相似性最高,其次为年楚河湿地^[24],与拉萨河谷湿地^[25]植物科的组成相似性最低。

表9 研究区高寒沼泽湿地种子植物属 R/T 值分析及其邻近地区比较
Table 9 R/T ratio comparison between seed plant genera of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park and adjacent regions

区域	世界分布	温带分布	热带分布	R/T
珠峰高寒沼泽湿地	29	77	7	0.09
年楚河湿地 ^[24]	15	57	4	0.07
麦地卡湿地 ^[11]	15	96	2	0.02
拉萨河谷湿地 ^[25]	32	76	11	0.14

2.6 种子植物生活型特征

研究区高寒沼泽湿地种子植物生活型分析结果(图2)显示,草本植物占比高达89.88%,其中多年生草本植物构成了研究区种子植物生活型主体,灌木和半灌木植物占比低(10%),说明该区域植被结构相对简单,以“低、矮、密”的草本层为核心。

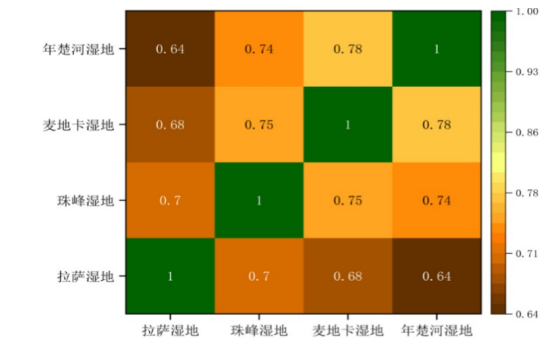


图1 不同高寒沼泽湿地间植物科组成相似性
Fig.1 Similarity of plant family composition between different alpine marsh wetlands

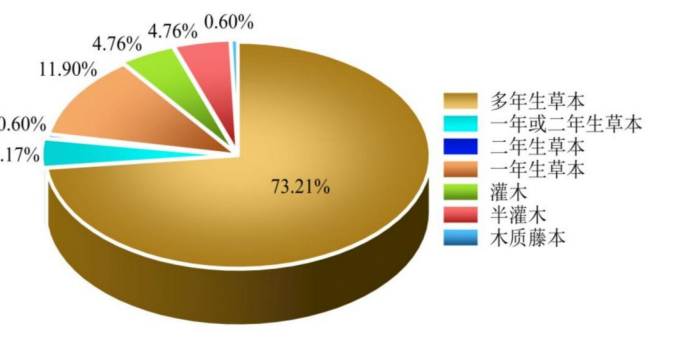


图2 研究区域高寒沼泽湿地种子植物生活型占比
Fig.2 Life-form proportion of seed plants of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park

3 讨论

珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地共记录到42科113属168种种子植物,分别占珠穆朗玛自然保护区种子植物38.18%、19.65%和9.27%。可见研究区域高寒沼泽湿地植物是珠穆朗玛国家公园植物科多样性的重要组成部分。

在科组成上主要以寡种科和单种科为主,科的优势现象明显,其中菊科、禾本科、莎草科、毛茛科贡献了研究区域33.93%的物种,且4个优势科均为世界型大科,对环境的适应能力强^[26]、物种分化快、优先占

据生态位^[27]、形成研究区域优势科类群。其中,莎草科与毛茛科为研究区高寒沼泽湿地植物区系的表征科,可能与高原独特的地理演化及环境筛选有关。莎草科植物具有发达的根系和耐寒的生理特征^[26],成为青藏高原高寒草甸、草甸化沼泽湿地的建群类群。毛茛科受青藏高原隆升导致的地理隔离和气候波动的影响^[28],在高原-横断山区发生强烈的物种分化^[29],其中毛茛科鸦跖花(*Oxygraphis kamchatica*)和水毛茛(*Ranunculus bungei*)分别通过木质部导管短的特征,大口径的薄壁细胞及其中央空腔等功能性状适应高寒干旱环境^[30]。同时,该科植物多为多年生草本,且植株矮小对高寒、高海拔、生长季短等环境条件的适应能力极强,成为研究区域植物区系的表征类群。

研究区高寒沼泽湿地种子植物在属的组成上,单种属所占比例最高,所含物种数达到了总物种数的一半。在青藏高原高寒、低温、紫外线强等极端环境下,环境筛选压力强烈,大部分湿地植物的系统发育结构呈“聚类”模式^[31]。同时,高原湿地植物主要以无性繁殖为主^[32],这种繁殖策略的偏向性可能在一定程度上影响物种的基因交流与分化速率。另外,西藏地区泥炭沼泽发育始于全新世时期^[33],属内物种的演化在一定程度上受到时间的限制。藁草属为研究区第一大优势属,也是世界广布型大属,其具有较宽的环境适应范围^[34],在高原寒冷、干旱等不良环境中生存,且耐动物的践踏、啃食等干扰,故成为优势属。马先蒿属和蒿属为研究区表征属,这可能与其强大的先锋特性或生态干扰指示特性有关^[9],在研究区局地存在的放牧、道路建设等人为扰动^[3]和区域气候波动为马先蒿属和蒿属植物的扩张和生存提供了适宜的条件。

研究区高寒沼泽湿地种子植物科的分布区类型划分为4个分布型和3个变型,以世界广布型为主,这与年楚河流域沼泽湿地^[24]和麦地卡湿地^[11]研究结果基本一致,表明与世界广布植物对环境的适应范围较广有关。温带成分与热带成分一致,R/T值为1,这主要是由于青藏高原形成和演化与古特提斯密切相关,在历史来源中保留着一定的热带亲缘成分^[35]。属的地理区系成分相对复杂,可分为12个分布型和6个变型,属的区系主要以温带成分为主导。研究区R/T值<1,表现出极强的温带区系特征,这可能与古北大陆和古南大陆对珠峰地区不同程度的渗透^[13]有关。研究区特有种较少,占总数的14.88%,未发现特有科,特有属为合头菊属,这与石松林^[36]的研究结果基本一致,表明研究区域较为年轻,还未有充足的时间形成更多特有植物。

R/T值不仅是反映植物区系性质的指标,也是指示区系发生与气候条件关系的重要指标^[37]。与邻近地区沼泽湿地植物科、属区系R/T值比较发现,研究区域高寒沼泽湿地植物科、属R/T值最高,这与该区域高寒沼泽湿地所处纬度低、降雨量少有关,纬度越低R/T值越高,区域间的纬度越接近,R/T值越相近^[38,39];也可能与古地中海时期保留一定的热带亲缘成分及植物迁移过程等因素影响有关^[35]。研究区高寒沼泽湿地与年楚河流域湿地整体区系性质最相似,两地间的生境结构、水热条件和纬度相似等导致植物区系在宏观尺度上趋于同质化;拉萨河谷湿地植物在科级温带成分占优,可能反映了更深的内陆干旱效应^[40];麦地卡湿地植物在属水平表现出更强的温带区系特征^[11],其位于藏北高原与藏东高山峡谷结合地带,降水丰富,植物区系以温带成分为主导。

科的组成相似性系数是用于比较不同地区植物科组成特征相似程度的指标^[41],该系数越大,表示不同区域之间植物区系的起源和性质越接近,区系分化程度相应越低^[42]。科组成相似性系数分析表明,研究区高寒沼泽湿地植物科组成与麦地卡湿地相似性最高,两地均属高海拔、高寒沼泽湿地、生境高度一致,环境趋同下筛选出相似的植物组成。

植物生活型是长期以来植物对自身所处特定自然环境的适应方式,而生活型的差异反映出植物与其所处环境之间的适应关系^[43]。研究区植物生活型以草本植物为主,占本区域高寒沼泽湿地种子植物生活型的89.88%,多年生草本植物占73.21%,这可能与该区域强烈的辐射、低温及气候的季节波动等环境条件^[44]有关,以及在全球气候变暖情况下,加速了多年冻土的融化,导致高位芽植物的减少及地面芽植物的

增加^[45]。加之区域内植物生长季相对较短,限制了木本植物建立稳定群落的能力,促使多年生草本植物凭借其较长的生活周期和抗逆性成为优势生活型。

4 结 论

(1)珠穆朗玛国家公园高寒沼泽湿地科、属组成上寡种科、单种科、单种属为高寒湿地种子植物多样性的主体。科区系类型较为单一,主要以世界广布型为主。属区系成分相对复杂,温带分布型为主体,其中北温带分布型占比最高。生活型类型上,主要以多年生草本植物为主。

(2)研究区高寒沼泽湿地共记录到5种濒危植物,以及25种特有植物,二者合计占总种数的14.88%。深入探究这些濒危与特有植物,对于揭示高寒环境下的物种适应与演化机制及其对气候变化的响应规律具有重要意义。为此,应加强对珠峰国家公园沼泽湿地濒危、特有植物物种的原位保护,并加大对研究区长期的生态监测,探明濒危、特有植物种群动态,为该区域退化预警与适应性管理提供科学依据。本次调查主要聚焦于植物组成和区系分析,未来需结合长期监测和环境因子数据,进一步解析高寒湿地植物群落形成机制。

附表1 研究区高寒沼泽湿地特有种子植物
Appendix table 1 Endemic species of seed plant of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park

特有种	拉丁名	中国 特有种	青藏高原 特有种	西藏 特有种
翅柄蓼	<i>Bistorta sinomontana</i>	√	√	-
菱叶大黄	<i>Rheum rhomboideum</i>	√	√	-
腺毛蝇子草	<i>Silene yetii</i>	√	√	-
毛茛状金莲花	<i>Trollius ranunculoides</i>	√	√	-
川西锦鸡儿	<i>Caragana erinacea</i>	√	√	-
三脉梅花草	<i>Parnassia trinervis</i>	√	√	-
江孜沙棘	<i>Hippophae gyantsensis</i>	√	√	-
甘青青兰	<i>Dracocephalum tanguticum</i>	√	√	-
西藏扭藿香	<i>Lophanthus tibeticus</i>	√	√	-
藏波罗花	<i>Incarvillea younghusbandii</i>	√	√	-
四川马先蒿	<i>Pedicularis szetschuanica</i>	√	√	-
甘肃马先蒿	<i>Pedicularis kansuensis</i>	√	√	-
短穗兔耳草	<i>Lagotis brachystachya</i>	√	√	-
青海刺参	<i>Morina kokonorica</i>	√	√	-
昆仑蒿	<i>Artemisia nanschanica</i>	√	√	-
褐毛垂头菊	<i>Cremanthodium brunneopilosum</i>	√	√	-
禾叶风毛菊	<i>Saussurea graminea</i>	√	√	-
藏滇还阳参	<i>Crepis elongata</i>	√	√	√
美叶川木香	<i>Dolomiaea calophylla</i>	√	√	√
合头菊	<i>Syncalathium kawaguchii</i>	√	√	√
粗壮蒿草	<i>Carex sargentiana</i>	√	√	√
皱叶香茶菜	<i>Isodon rugosus</i>	√	-	-
棉毛婆婆纳	<i>Veronica lanuginosa</i>	√	-	-
缘毛紫菀	<i>Aster souliei</i>	√	-	-
甘青老鹳草	<i>Geranium pylzowianum</i>	√	-	-

参考文献

- [1] 崔丽娟,张曼,胤李伟,等.国家湿地公园管理评估研究[J].北京林业大学学报,2009,31(5):102-107.
- [2] 李子琴,赵成章,苟芳珍,等.2013年和2017年甘肃酒泉花城湖国家湿地公园生态系统的服务价值[J].湿地科学,2019,17(3):365-371.
- [3] 王毅.珠穆朗玛国家自然保护区湿地动态及对区域气候的响应[D].成都:成都理工大学,2017.
- [4] 马飞.珠峰自然保护区植被覆盖变化及沼泽湿地潜在退化风险评价[D].成都:成都理工大学,2011.
- [5] 李国庆,阚琰珂,王绪本,等.珠穆朗玛国家级自然保护区湿地分布研究[J].湿地科学,2009,7(4):289-298.
- [6] 钱逸凡,刘道平,楼毅,等.我国湿地生态状况评价研究进展[J].生态学报,2019,39(9):3372-3382.
- [7] 赵矿,潘刚.西藏湿地综述[J].山东林业科技,2010,40(2):97-99.
- [8] 李亚晓,武海涛,芦康乐,等.三江国家级自然保护区退耕还湿地植物群落演替动态及其差异性[J].湿地科学,2022,20(2):176-187.
- [9] 陈哲,周华坤,赵新全,等.高寒草甸退化对甘肃马先蒿生长状况与花期资源分配的影响[J].生态环境学报,2010,19(12):2800-2807.
- [10] 董洪进,索朗卓嘎,许敏,等.西藏玛旁雍错湿地中野生维管植物的多样性[J].湿地科学,2023,21(4):501-507.
- [11] 仁青曲珠,古桑群宗,益西佳措,等.麦地卡湿地种子植物组成及其区系特征[J].高原科学研究,2025,9(4):1-9.
- [12] 拉多,John Birks,普布,等.拉萨市拉鲁湿地植物群落与环境因素之间的关系及其分布格局[J].西藏大学学报(自然科学版),2009,24(1):15-20.
- [13] 李景吉.珠峰自然保护区维管束植物区系研究[D].成都:成都理工大学,2011.
- [14] 马飞,阚琰珂,李景吉,等.珠穆朗玛国家自然保护区沼泽湿地提取及其退化风险评价[J].地球信息科学学报,2011,13(5):594-600+610.
- [15] 石运杰.珠穆朗玛国家级自然保护区湿地生态环境质量对社区土地利用变化响应研究[D].昆明:云南大学,2020.
- [16] 吴征镒.西藏植物志:第2~5卷[M].北京:科学出版社,1985-1987.
- [17] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,2004.
- [18] 牛羊,王辰,彭建生.青藏高原野花大图鉴[M].重庆:重庆大学出版社,2018.
- [19] 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[J].云南植物研究,2003(3):245-257.
- [20] 吴征镒.中国种子植物属的分布区类型[J].云南植物研究,1991(S4):1-139.
- [21] 潘端云.黔中地区野生观赏植物多样性及其评价[D].贵阳:贵州大学,2019.
- [22] 努尔买买提,张相锋,张维.新疆野核桃自然保护区植物区系和地理成分[J].生态学杂志,2015,34(7):1838-1846.
- [23] 张德铨,张雪梅.植物区系地理研究中的重要参数——相似性系数[J].干旱区研究,1998(1):59-63.
- [24] 陈菁菁,温晓迪,普布次仁,等.年楚河流域沼泽湿地种子植物组成特征[J].西藏科技,2021(9):25-31.
- [25] 达文彦,拉多,何柄枚,等.拉萨河中下游沼泽湿地种子植物区系特征与资源型分析[J].高原科学研究,2020,4(3):46-54.
- [26] 张德铨,于海彬,刘林山,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):921-932.
- [27] 李英年,赵新全,周华坤.青藏高原高寒草甸优势植物(莎草科、禾本科)生态适应性研究[J].植物生态学报,2011,35(8):837-844.
- [28] 孙航,邓德山,聂泽龙.泛青藏高原高寒植物多样性的形成与演化[J].植物科学学报,2023,41(2):161-174.
- [29] Wen J,Zhang J,Nie Z L,etal. Evolutionary diversifications of plants on the Qinghai-Tibetan Plateau[J]. Frontiers in Genetics, 2014,5:1-16.
- [30] 罗敏蓉.基于不同方法的毛茛族(毛茛科)导管穿孔板比较研究[J].广西植物,2021,41(1):123-132.
- [31] Li Y G, Liu F, Zhou Y D, et al. Large-scale geographic patterns and environmental and anthropogenic drivers of wetland plant diversity in the Qinghai-Tibet Plateau[J]. BMC Ecology and Evolution, 2024, 24: 74.
- [32] 付京晶,周华坤,赵新全,等.青海海北不同类型高寒草地的克隆植物及其重要性[J].草地学报,2013,21(6):1065-1072.
- [33] 李炳元,王富葆,杨逸畴,等.试论西藏全新世古地理的演变[J].地理研究,1982(4):26-36.

- [34] 刘海金,李丹,汪进,等. 川西高原藁草属植物资源及其分布特征[J]. 现代园艺,2024,47(20):13-16.
- [35] 孙航,李志敏. 古地中海植物区系在青藏高原隆起后的演变和发展[J]. 地球科学进展,2003(6):852-862.
- [36] 石松林. 珠穆朗玛国家级自然保护区高山灌丛草甸带植物多样性研究[D]. 成都:成都理工大学,2013.
- [37] 赵鸣飞,王宇航,邢开雄,等. 黄土高原山地森林群落植物区系特征与地理格局[J]. 地理学报,2014,69(7):916-925.
- [38] 李孝平,牛玉,张发起. 羌塘高原野生种子植物区系及物种多样性研究[J]. 干旱区资源与环境,2024,38(4):129-139.
- [39] 朱芬萌,安树青,关保华,等. 生态交错带及其研究进展[J]. 生态学报,2007,27(7):3032-3042.
- [40] 李永霞,邱邦桂,杨小林. 拉萨半干旱河谷区宜林地土壤水分影响因子分析[J]. 林业资源管理,2017(5):61-65+134.
- [41] 王荷生. 植物区系地理[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [42] 刘经伦,盘波,陈文华,等. 高黎贡山南段种子植物的分化度及存在度分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(23):13920-13922.
- [43] 郭泉水,江洪,王兵,等. 中国主要森林群落植物生活型谱的数量分类及空间分布格局的研究[J]. 生态学报,1999(4):573-577.
- [44] 康世昌. 珠穆朗玛地区气候环境变化评估[M]. 北京:气象出版社,2018.
- [45] 孙菊,李秀珍,王宪伟,等. 大兴安岭冻土湿地植物群落结构的环境梯度分析[J]. 植物生态学报,2010,34(10):1165-1173.

Composition and Floristic Characteristics of Seed Plants of Marsh Wetland in the Mt. Qomolangma National Park Bandan-Quzong¹ Dawa² Zhaxi-Ciren³ Chilie-Jiacuo¹ Laduo^{*1,4,5}

(1.Provincial Level Station of Nagqu Mitika Wetland Ecosystem Observation and Research, School of Ecology and Environment, Xizang University, Lhasa 850000, China;

2.Rikaze Municipal Ecological and Environment Bureau of Xizang Autonomous Region, Rikaze 857300, China;

3.Rikaze Municipal Ecological and Environmental Monitoring Center of Xizang Autonomous Region, Rikaze 857300, China;

4.Laboratory for Alpine Botany, School of Ecology and Environment, Xizang University, Lhasa 850000, China;

5.Center for Carbon Neutrality in the Third Pole of the Earth, School of Ecology and Environment, Xizang University, Lhasa 850000, China)

Abstract: Wetland plants serve as the primary producers of wetland ecosystem, and their species composition and floristic characteristics are critical indicators reflecting ecosystem stability. The seed plants composition, geographical floristic elements and lifeform traits of alpine marsh wetland in the Mt. Qomolangma National Park were analyzed based on field sampling investigations. A total of 168 species of seed plants were recorded belonging to 113 genera and 42 families in the study area. The floristic composition at the family level was dominated by oligotypic and monotypic families, whereas monotypic genera constituted the major component at the genus level. A total of 25 species endemic to China were recorded in the alpine marsh wetlands, accounting for 14.88% of all species identified in which 21 species are endemic to the Qinghai-Xizang Plateau encompassing 4 species endemics to Xizang, and 5 species of rare and endangered plants were recorded as well. The geographical floristic of family was dominated by the Cosmopolitan distribution type, accounting for 61.90% of the total families, while temperate floristic elements were predominant at the genus level, accounting for 71.68% of the total genera. In terms of the family and genus floristic R/T ratios, the study area showed the highest floristic similarity to the marsh wetlands in the Nyangchu River Basin, while the family composition of seed plants in the study area exhibited the highest similarity to the Maidika Wetland. Perennial herbs were the dominant life form of seed plants in the studied alpine marsh wetland, accounting for 73.21% of the total species. This study provides fundamental data for the conservation, management and sustainable resource utilization of alpine marsh wetlands and carries significant theoretical and practical implications for safeguarding ecological security in the Qomolangma region and across the Qinghai-Xizang Plateau.

Keywords: seed plant, flora, Mt. Qomolangma National Park, alpine marsh wetland, R/T ratio

[责任编辑:索郎桑姆]