

青海湖流域种子植物区系研究

吴玉虎^{1,2} 庞哲^{2*} 史惠兰³

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810008; 2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049; 3. 青海大学生态环境工程学院, 西宁 810016)

摘要 青海湖流域位于青海省东部(36°15'~38°15'N, 97°50'~101°45'E), 处于青藏高原和黄土高原的过渡地带, 海拔3 160~4 953 m, 全区面积约29 660 km², 属于高原大陆性气候。该区有种子植物823种, 隶属于61科231属, 依次为青海种、科、属数的23.13%、62.89%和38.82%。区系分析结果表明:(1)该区系的种类仅有2.78种/km², 这在唐古特地区的众多自然区域中相对并不丰富。(2)包括中国特有植物种类在内, 该区系的温带成分占99.00%, 以绝对优势确定了本区系明显的温带性质。(3)木本种类少, 少有古老的和原始的类群, 而是以多年生草本为核心的植物区系。(4)该区的一些中国特有种是经其广布的亲缘种衍生而来, 这是该区系年轻和衍生的性质的具体体现。(5)我国华北区系和西南高山区系均对该区具有不同程度的影响。(6)特有属少, 特有种多数为水生植物, 表现出青海湖独特而隐域性的水湿环境的特化结果。(7)中国特有种的核心成分是出现种类最多的甘肃—西藏—四川亚型。而在青藏高原植物亚区中, 该区隶属于其中的唐古特地区。

关键词 青海湖流域; 植物区系; 区系特征; 区系分区

中图分类号: Q949.4 文献标志码: A doi: 10.7525/j.issn.1673-5102.2024.03.002

Study on the Seed Flora of Qinghai Lake Basin, China

WU Yuhu^{1,2} PANG Zhe^{2*} SHI Huilan³

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008; 2. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; 3. College of Eco-environmental, Qinghai University, Xining 810016)

Abstract Located in eastern Qinghai, China, the Qinghai Lake basin extends between latitudes 36°15'–38°15'N and longitudes 97°50'–101°45'E at the transition zone between the Qinghai-xizang Plateau and the Loess Plateau, the elevations ranging from 3 160–4 953 m, and the total area encompasses 29 660 km², and the climate is typified by the alpine continental variety. There were 823 species of seed plants, distributed across 231 genera of 61 families, accounting for 23.13%, 62.89% and 38.82% of the total species, families and genera found in Qinghai respectively. The results of taxonomic analysis indicated that: (1) The density of species in every square kilometer was only 2.78, which was relatively poor compared to the numerous natural areas in the Tangut region. (2) Including the endemic plant species in China, 99.00% of the fauna was temperate, which determined that the fauna was temperate in nature. (3) There were a few woody species, few ancient and primitive groups, yet the flora with perennial herbs as the core. (4) Some of the Chinese endemic species in this region were derived from their extensive relatives, which was a concrete embodiment of the young and derived nature of the region. (5) The North China Autonomous Region and the Southwest High Mountain Region both had different degrees of influence on this region. (6) There were few endemic genera, and the endemic species were primarily aquatic plants, showing the special evolution results of the unique and Hidden domain water wet environment of Qinghai Lake. (7) The core of China's endemic species belonged to the Gansu-Xizang-Sichuan subtype, which had the highest diversity of species. Within the subregion of plants on the

基金项目: 第二次青藏高原综合科学考察研究项目(2019QZKK0304-02, 2019QZKK0302-02); 国家自然科学基金专项项目(42041005); 中国科学院青海省人民政府三江源国家公园联合研究专项(LHZX-2020-02)。

第一作者简介: 吴玉虎(1951—), 男, 研究员, 主要从事植物系统分类和植物区系地理研究。

* 通信作者: E-mail: pangzhe@ucas.ac.cn。

收稿日期: 2023年9月12日。

Qinghai-xizang Plateau, this area belonged to the Tangut region.

Key words Qinghai Lake basin; flora; floristic characteristics; floristic regionalization

青海湖流域包括盆地本体(水体)和周围山地,位于青海省的东部,正处于三区青海(祁连山地、柴达木盆地和青南高原)前二区的交界地带,也是我国三大自然地理区域(东南季风区、西北干旱区和青藏高原区)的交汇过渡地带。在植物区系分区方面,本区属于青藏高原植物亚区(IIIF.)中的唐古特地区(IIIF.16)与中亚荒漠植物亚区(IIC.)中的喀什地区(IIC.6.)两大植物区系的交汇过渡地带^[1],所以在划分区系界线时十分重要。而“一个特定地区现代植物区系的特点及其形成历史是在一定的自然地理条件,特别是自然历史条件综合作用下和植物界本身发展演化相互作用的结果”^[2]。所以,植物的区系地理学研究不仅对联系着区系起源及其迁移历史的植物系统分类学具有重大的理论意义,而且在植物生态学及植物资源环境科学等方面也都具有重要的实践价值。经过多次深入调查之后,笔者对青海湖流域的植物进行了区系成分、性质、特点等多方面的研究。结合历史和生态地理因素,揭示了本区植物各分布区类型的基本特征及其联系着区系成分来源的相互关系,旨在丰富唐古特地区乃至整个青藏高原植物亚区的区系研究资料,并同时为青海植物多样性和植物区系地理研究,以及将来进一步为青海植物区系划分小区等方面提供青海湖流域的本底资料。

1 自然概况

青海湖流域涉及青海省的共和(部分)、海晏(部分)、刚察和天峻(部分)4县,总面积约29 660 km²。其西面连接乌兰县和德令哈市,东面与湟源县和大通县毗邻,南面属于共和县,处于36°15′~38°15′N, 97°50′~101°45′E。东北面与祁连县隔大通河相望,而西北面则伸入祁连县内。区内地势中间低四周山地高,西北部最高。海拔最低处湖面3 160 m左右,最高的山峰4 953 m。土壤有黑钙土、栗钙土、沼泽土、风沙土、高山寒漠土、高山草原土、山地草甸土、高山灌丛草甸土和高山草甸土等土壤类型。

本区深居内陆,远离海洋,海拔高而气温偏低,寒冷期长,没有明显的四季之分,只有冷暖两季之别,属于半干旱的温带大陆性气候到高寒、干

旱的高原大陆性气候。据当地气象资料,流域最热的7月均温10.4~11.9℃,最冷的1月均温-14.3~-12.5℃,年降水量291.0~579.0 mm。全年降水多集中于气温较高的5—9月,有利植物的生长。

本区主要的植被有寒温性常绿针叶林、温性落叶阔叶林、高寒灌丛、温性草原、高寒草原、高寒草甸、盐渍化草甸、高山流石坡稀疏植被和水生植被。

2 植物区系成分分析

青海湖流域共有野生种子植物61科、231属、823种^[3](包括种下类群125个),约合2.78种/km²。本区植物的种类不丰富。其中有9种,隶属于3科、3属是裸子植物,而双子叶植物有603种,隶属于44科、173属,单子叶植物有211种,隶属于10科、54属。就植物的生活型而言,木本植物少,以多年生草本植物为主。除了自然历史原因,起决定作用的是生态地理因素^[4]。

2.1 科的分析

含50种以上的大科在青海湖流域有3个(见表1),它们是菊科(Compositae)的25属128种、禾本科(Gramineae)的33属120种和豆科(Leguminosae)的12属81种。虽然科数只有全区总科数的4.92%,但这3个科的70个属可占总属数的30.30%,329个种达到总种数的39.98%,可见这3个科具有区系构建的主导地位。就现代分布来看,该3科都属于广布的世界科,但能够影响本区系性质并对植被的结构及其特点起重要作用的属和种,都是以北温带及高山区分布为主。

本区含20~49种的中型科有8个,72属,含263种(见表1)。连同前述的3个大科共计592种,占全区种数的71.93%。含19种以下的小科共有50个,而只含1属1种的科有10个(见表2),如松科(Pinaceae)、五福花科(Adoxaceae)等。在本区出现的古老木本科植物只有松科、柏科(Cupressaceae)、杨柳科(Salicaceae)等4科5属17种,分别只占全区植物科、属、种的6.56%、2.16%和2.07%,并且都仅在局部地区小面积分布,已是临近它们的分布区边缘。因而,本区体现出以多年生草本植物为主的年轻性性质。

表 1 青海湖流域野生种子植物含 20 种以上的科
Table 1 The wild seed plants in Qinghai Lake basin contain more than 20 species of families

序号 No.	科名 Families	分布区类型 Areal-types	属数 No. of genera	种数 No. of species
1	菊科 Compositae	世界 Cosmopolitan	25	128
2	禾本科 Gramineae	世界 Cosmopolitan	33	120
3	豆科 Leguminosae	世界 Cosmopolitan	12	81
4	莎草科 Cyperaceae	世界 Cosmopolitan	7	45
5	龙胆科 Gentianaceae	世界 Cosmopolitan	6	37
6	蔷薇科 Rosaceae	世界 Cosmopolitan	10	36
7	毛茛科 Ranunculaceae	世界 Cosmopolitan	10	36
8	玄参科 Scrophulariaceae	世界 Cosmopolitan	6	34
9	藜科 Chenopodiaceae	世界 Cosmopolitan	9	27
10	十字花科 Cruciferae	世界 Cosmopolitan	14	26
11	伞形科 Umbelliferae	世界 Cosmopolitan	10	22
合计 Total	11 科		142	592

表 2 青海湖流域野生种子植物含单属单种的科
Table 2 The wild seed plants from Qinghai Lake basin contain families of single genus and species

序号 No.	科名 Families	分布区类型 Areal-types
1	松科 Pinaceae	北温带 North Temperate
2	桦木科 Betulaceae	北温带和南温带(全温带)间断 North Temperate & South Temperate(full Temperate)disjunctive distribution
3	马齿苋科 Portulacaceae	世界 Cosmopolitan
4	瑞香科 Thymelaeaceae	世界 Cosmopolitan
5	小二仙草科 Haloragaceae	世界 Cosmopolitan
6	杉叶藻科 Hippuridaceae	北温带 North Temperate
7	马鞭草科 Verbenaceae	热带亚洲和热带美洲间断分布 Tropical Asia & Tropical America disjunctive distribution
8	狸藻科 Lentibulariaceae	世界 Cosmopolitan
9	车前科 Plantaginaceae	世界 Cosmopolitan
10	五福花科 Adoxaceae	北温带 North Temperate
合计 Total	10 科	

2.2 属的分布区类型

依据吴征镒^[2]关于中国种子植物属所划分的 15 个分布区类型,青海湖流域的植物可划归其中的 12 个分布区类型和 15 个分布区变型(见表 3)。

2.2.1 世界属的分析

世界分布属在青海湖流域有 44 个,可谓丰富。其中主要的有黄耆属(*Astragalus*),含 36 种,在本区分布的该属植物生态特点是以耐寒温性和耐寒旱生类型为主,其中大多数种类都是本区同邻近

区系,特别是我国华北区系和西北寒、旱区系所共有的种类。构成本区山地高寒草甸及温性和寒温性草原、草甸的主要类群包括主产于我国西南部山地并且主要分布于世界温带地区和热带高山区的龙胆属(*Gentiana*),主产于温带和寒带的早熟禾属(*Poa*),以及广布的薹草属(*Carex*)、蓼属(*Polygonum*)等。其余所含种数相对较多的属,还有荸荠属(*Eleocharis*)、灯芯草属(*Juncus*)、毛茛属(*Ranunculus*)等。可见,构成本区世界成分的主要是一些

表3 青海湖流域野生种子植物属的分布区类型
Table 3 The generic areal-types of wild seed plants from Qinghai Lake basin

分布区类型 Areal-types	属数 No. of genera	属百分比 Proportion of genera/%
1.世界分布 Cosmopolitan	44	—
2.泛热带分布 Pantropic	6	3.21
4.旧世界热带分布 Old World Tropics	2	1.07
4.旧世界热带分布 Old World Tropics	(1)	(0.53)
4-1.旧世界热带至温带 Old World Tropics to Temperate	(1)	(0.53)
7.热带亚洲分布 Tropical Asia	1	0.53
7d.全分布区南达新几内亚 ^[5] Full distribution area south to New Guinea	(1)	(0.53)
8.北温带分布及其变型 North Temperate	108	57.75
8.北温带分布及其变型 North Temperate	(76)	(40.64)
8-2.北极—高山分布 Arctic-Alpine	(6)	(3.21)
8-4.北温带和南温带(全温带)间断 North Temperate & South Temperate disjunctive distribution	(25)	(13.37)
8-5.欧亚和南美洲温带间断 Eurasia & South America Temperate disjunctive distribution	(1)	(0.53)
9.东亚和北美洲间断分布 East Asia & North America disjunctive distribution	1	0.53
10.旧世界温带分布及其变型 Old World Temperate and its variant	19	10.16
10.旧世界温带分布及其变型 Old World Temperate and its variant	(17)	(9.09)
10-1.地中海—西亚(或中亚)—东亚间断 Mediterranean-West Asia(or Central Asia)-East Asia disjunctive distribution	(1)	(0.53)
10-2.地中海区和喜马拉雅间断分布 Mediterranean & Himalayan disjunctive distribution	(1)	(0.53)
11.温带亚洲分布 Temperate Asia	11	5.88
12.地中海区、西亚至中亚分布及其变型 Mediterranean, West Asia to Central Asia and its variant	6	3.21
12.地中海区、西亚至中亚分布及其变型 Mediterranean, West Asia to Central Asia and its variant	(6)	3.21
13.中亚分布及其变型 Central Asia and its variant	13	6.95
13.中亚分布及其变型 Central Asia and its variant	(5)	(2.67)
13-2.中亚至喜马拉雅和我国西南分布 Central Asia to Himalayas & southwest China	(7)	(3.74)
13-4.中亚至喜马拉雅—阿尔泰和太平洋北美洲间断 Central Asia to Himalayas-Altai & Pacific North America disjunctive distribution	(1)	(0.53)
14.东亚分布及其变型 East Asia and its variant	14	7.49
14.东亚分布及其变型 East Asia and its variant	(5)	(2.67)
14-1(SH).中国—喜马拉雅变型 Sino-Himalayan	(9)	(4.81)
15.中国特有分布 Endemic to China	6	3.21

注:表中各类型的序号采用吴征镒^[2]文中原有序号;括号内数字表示各该类型中与其变型相关的数字;下同。
Note: The number of types in table quoted from the original numbers of Prof. Wu Zhengyi^[2]; Numbers in parentheses indicated the numbers in each type associated with its variant; the same as below.

主产地在北温带和热带高山区的属,其中有些属在我国北方区系中普遍分布。狐尾藻属(*Myriophyllum*)、水葱属(*Schoenoplectus*)、香蒲属(*Typha*)等一些水生植物属,还强调了世界分布类型所具有的隐域性质在本区湿地生境中的集中体现,以及本类型对青海湖流域湿地成分的丰富程度。

2.2.2 热带属的分析

本区的热带分布类型只有9属,占总属数的4.81%(世界广布属未计算在内,下同),仅含19

种,而只有泛热带类型含6属,是其中所含属数最多的。其余类型所含属数均较少,并且有3个热带类型在本区缺失,这种热带类型成分的缺失则是青海各自然地域区系中的常态。不仅如此,本区所出现的多数属种都与黄土高原的分布密切相关。如所含种数较多的是主产于亚热带和温带地区的大戟属(*Euphorbia*)5种及麻黄属(*Ephedra*)的4种。前者体现出本区东部地区作为黄土高原的西缘部分所受到的影响。只是这类成分中的大多

数属都仅分布于本区东部的狭窄区域内,并且已达到或接近其分布区的边缘地带。主产于地中海区、北非、南北美洲和温带亚洲,而在中国主要分布于西北、华北和西南地区的干旱山地与荒漠中的耐旱类群的后者,则在昭示青海湖流域荒漠旱生环境在环湖东部和北部的较大面积存在及其与邻区柴达木盆地区系的渊源的时,体现出本流域区系更为广泛的联系。

本区热带分布的许多属其主产地都是热带至温带地区,表明它们可能具有温带性质,如狼尾草属(*Pennisetum*)和狗尾草属(*Setaria*)等。

以上可见,青海湖流域的热带成分所占比例很小,这说明本区同热带区系的联系相当微弱。同时,本区的海拔在3 200~4 000 m,其气候具有典型的高原大陆性特点,难以适应更多的热带和亚热带成分。

2.2.3 温带属的分析

青海湖流域各种温带类型所隶属数共178个,占本区系总属数的95.19%,为绝对优势。因此,温带性质的属应是本区系的主体,而其以北温带成分为首,共108属,占全区总属数的57.75%。不仅如此,在本区种子植物含10种及以上的15个属中(见表4),除了6个世界广布属外,其余全都属于温带类型,并且8个都是北温带分布。这充分表明在青海湖流域植物区系特征的形成过程中起着决定性作用的是以北温带成分为核心的温带性质的属。

蒿属(*Artemisia*)在本区成为北温带成分中种类最丰富的一群,有32种。该属大多数种类广泛分布于本区的荒漠草原或典型草原等各类植被中,多以伴生为主,且具有广泛的生态适应特点。只有冷蒿(*A. frigida*)和圆头蒿(*A. sphaerocephala*)等少数种类有时可分别在局地的草原和荒漠沙丘植被中成为建群种、亚建群种或优势种。作为北温带成分,马先蒿属(*Pedicularis*)是在东亚和中亚山地分布的大属,本区25种。青海湖盆地周围山地冷凉的气候为它们提供适宜分布的生态地理环境,使之成为本区各类草甸和灌丛草甸等植被的主要植物,如在河滩草甸和河谷灌丛草甸的局部地段,甘肃马先蒿(*P. kansuensis*)等植物可成为优势物种,甚至单种大片建群而成为景观植物。在中国主产于北方和西南及青藏高原的棘豆属(*Oxytropis*)有24种,也多以常见类群和伴生种出

表4 青海湖流域野生种子植物含10种及以上的属
Table 4 The wild seed plants from Qinghai Lake basin contain 10 and more than 10 species of genera

序号 No.	属名 Genus	种数 No. of species	分布区类型 Areal-types
1	黄耆属 <i>Astragalus</i>	36	世界 Cosmopolitan
2	蒿属 <i>Artemisia</i>	32	世界 Cosmopolitan
3	马先蒿属 <i>Pedicularis</i>	25	北温带 North temperate
4	棘豆属 <i>Oxytropis</i>	24	北温带 North Temperate
5	风毛菊属 <i>Saussurea</i>	24	旧世界温带 Old World Temperate
6	早熟禾属 <i>Poa</i>	23	世界 Cosmopolitan
7	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	21	北温带 North Temperate
8	龙胆属 <i>Gentiana</i>	20	世界 Cosmopolitan
9	薹草属 <i>Carex</i>	18	世界 Cosmopolitan
10	羊茅属 <i>Festuca</i>	13	北温带 North Temperate
11	针茅属 <i>Stipa</i>	13	北温带 North Temperate
12	紫堇属 <i>Corydalis</i>	12	北温带 North Temperate
13	嵩草属 <i>Kobresia</i>	11	北温带 North Temperate
14	荸荠属 <i>Eleocharis</i>	11	世界 Cosmopolitan
15	柳属 <i>Salix</i>	10	北温带 North Temperate
合计 Total	15 属	293	—

现在各类草甸、灌丛草甸、沙丘、河滩砾地及高山流石坡稀疏植被中。委陵菜属(*Potentilla*)是北温带的一个大属,本区21种,多为草本,而以优势种或建群种分布于本区山地半阴半阳坡高寒灌丛的仅有木本种金露梅(*P. fruticosa*),是本属植物在本区的代表种。还有作为优势类群而参与组建青藏高原高寒草甸植被的嵩草属(*Kobresia*),是本区各类草甸中常见的,尤其是在高原高山地带的高寒草甸中。

在青海湖流域有3个北温带分布的变型成分出现。其中北极—高山变型成分以红景天属(*Rhodiola*)、兔耳草属(*Lagotis*)、北极果属(*Arc-tous*)、金莲花属(*Trollius*)和肉叶芥属(*Braya*)、山

箭菜属(*Eutrema*)等为代表。作为高原、高山植物,多见于海拔3 200~5 300 m地带,其中大多均为零散分布。另外,北温带和南温带(全温带)间断分布变型成分有25个属。其中就有参与组建本区高山垫状植被的无心菜属(*Arenaria*),这是一类具有高原特色的典型植物类群。还有习见的典型高原、高山类群如蝇子草属(*Silene*)等。多以伴生形式出现的火绒草属(*Leontopodium*),则是欧亚和南美洲间断分布变型成分在本区的代表类群。以上可见,北温带成分所占比例最高,奠定了其在本区域区系组成中的核心地位。值得注意的是,本区这一类型是由黄土高原区系成分和青藏高原区系成分共同组建而成,前者主要是一些木本类型和旱生草本类型,后者则是以其典型成分并包括北极高山类型成分为主,体现出黄土高原和青藏高原二者边缘地带区系成分相互交错和过渡的地理特征。

含有19个属并占到10.16%而在本区居于第二位的是旧世界温带分布及其变型成分。其中的大多数属都只含有1~2个种。在青海湖流域,其中的橐吾属(*Ligularia*)、风毛菊属(*Saussurea*)、鹅观草属(*Roegneria*)和芨芨草属(*Achnatherum*)等,都是本类型比较重要区系成分和典型代表。值得一提的是从近缘的鹅观草属中分出的以礼草属(*Kengyilia*),主要分布于包括青藏高原和我国西北地区的亚洲中部。其中的梭罗草(*K. thoroldiana*)则更是本区东部和北部的湖周沙梁、沙丘地带及荒漠草原中的习见种类。

在本区含有11个属的温带亚洲成分,其中最重要的木本属是遍布东欧和亚洲温带地区的锦鸡儿属(*Caragana*),在我国可见到该属植物的多数种。本区有4种,其中在荒漠草原和山地灌丛中分布的耐旱种类为本区同华北地区及周围的甘肃、宁夏、新疆等所共有,而其中的高山耐寒种类则属于本区同滇、藏、川等地所共有。反映出具有寒旱生性质的该属植物与本区生态环境的双向选择,是由寒旱因子联系和主导下的选择结果。还有以本区同我国西北和西南,以及喜马拉雅山地区所共有的高原山地耐寒伴生种类为主的大黄属(*Rheum*),虽然只有4种,但却把喜马拉雅山地和我国西南的高原、高山与青海湖流域紧密地联系起来。另外,衍生成分的出现通常代表着植物区系具有年轻性。而显示出青海湖流域这一性质

的,正是分别来自北温带的针茅属(*Stipa*)和菊蒿属(*Tanacetum*)的衍生成分细柄茅属(*Ptilagrostis*)和亚菊属(*Ajania*),它们以高山特化类群的身份昭示出本区存在着以高寒生态因子为主的生态环境。而苦马豆属(*Sphaerophysa*)、地蔷薇属(*Chamaerhodos*)、附地菜属(*Trigonotis*)等属出现在青海湖流域,是具有温暖旱生性质的我国北方区系对本区影响的结果。

在本区含有13个属的中亚类型或者更确切地说是中亚高山类型,不少属只有1种。并且其典型成分如小甘菊属(*Cancrinia*)和冠毛草属(*Stephanachne*)等,显示出这一成分具有旱生类型为主的生态特点,同时其中的高山类型和中亚至喜马拉雅变型成分占据着较重要的地位。如单种属柔子草属(*Thylacospermum*)是高山流石坡稀疏植被中的主角之一,而藏芥属(*Hedinia*)等则分布于高寒草原和高山冰缘湿地等处。这反映出本区同青藏高原植物区系的密切联系。这些都是分布范围主要集中于中亚和喜马拉雅山区的属,表明了青海湖流域的本类型成分主要以中亚山地为分布范围,是与本区所具有的高原、高山地貌主导下的干旱和寒温气候等综合因子形成的生态地理环境分不开的。在本区分布有13个属的东亚分布类型,以森林和林下成分为主。在本区出现种数最多的狗娃花属(*Heteropappus*)及党参属(*Codonopsis*)和山莨菪属(*Anisodus*)等,都是含有5个属的典型成分。其中含有8个属的中国—喜马拉雅变型成分在本区占据主导地位,如高山豆属(*Tibetia*)、微孔草属(*Microula*)、肉果草属(*Lancea*)等。可见本类型大多属于高寒灌丛和山地草甸成分,以及一些林下成分。除了典型的青藏高原特有的高山豆属外,也不乏一些由各自分布更为广泛的亲缘属在青藏高原特化、演化而来的特有属,也能够体现出本区区系成分的年轻性,如从橐吾属演化而来的垂头菊属(*Cremanthodium*)等。就这一变型成分中的高原高山分布型来说,青海湖流域出现的数量显然较少。可见,作为青藏高原植物亚区所应有的区系特点之一,喜马拉雅山地区与本区系虽然有着一定的联系,但其高原高山型的区系性质相对较弱。

2.2.4 中国特有成分的分析

本区含有6个中国特有成分的草本属,全都只分布有1个种,并且全都是“半特有属”身份与周

围地区共有。它们是特产于我国青海、甘肃、西藏东北部和四川西北部的羽叶点地梅属(*Pomatosace*),特产于青海、甘肃、西藏、四川、新疆南部的马尿泡属(*Przewalskia*),特产于我国西北部和西南部的黄缨菊属(*Xanthopappus*)等。这些属无疑也都是青藏高原特有成分,均主要分布于青藏高原的高寒草原和荒漠草原地带的沙砾质环境中,体现出耐寒旱生的生态特点。作为本区这一成分中衍生和年轻性质的体现者,菊科的草本植物菊属(*Cirsium*)衍生出了单种的黄缨菊属。在青海湖流域虽非主产的羌活属(*Notopterygium*)也常见于沟谷林缘、林下和山地灌丛。

以上可见,这些作为高原山地成分的特有属,不仅基本上都是我国西北和藏、滇、川所在的西南部与本区共有,而且本区的地理、气候特点和植物区系成分所呈现的都是作为青藏高原的边缘地带所应具有的特点。

综上所述,就植物属一级的水平而论,青海湖流域的植物区系,除了以隐域性的水生类群支撑起来的世界广布成分相对突出以外,其与相邻的祁连山地各自然地理单元区系的相似性很高,但与我国华北植物区系的共有属,特别是木本属有较大幅度减少,而与青南高原各自然地理区域相较,则缺少了更多的高原高山类群。作为青藏高原植物亚区唐古特地区的一部分,本区系亦应属于一种“复合型”的温带区系性质。其典型成分是以欧亚大陆温、寒地带分布的北温带成分为优势,并且同时兼具温性、寒温和高寒的性质。

2.3 种的分析

2.3.1 种的分布区类型

根据本区植物在世界范围内的现代分布式样,并参照吴征镒^[6]关于“中国种子植物属的分布区类型”划分方法,把青海湖流域823个野生植物种^[3]及种下类群划归为12个分布区类型(见表5)。

2.3.2 非中国特有种的分析

含有165种的温带亚洲分布是本区所含非中国特有植物种最多的类型,占全区总种数的20.57%。本成分多是一些生态幅宽广的类群,但包括小灌木在内的木本植物仅有14种,其余绝大部分都是多年生草本植物,同样体现出本区系年轻的一面。这其中有些是典型的温带亚洲成分和我国华北为主要分布区的北方成分及其代表种

类。西秦岭和黄土高原的传递作用功不可没,如白桦(*Betula platyphylla*)、短叶锦鸡儿(*Caragana brevifolia*)、刚毛忍冬(*Lonicera hispida*),以及小叶金露梅(*Potentilla parvifolia*)与兼有单优势种和特征种身份的中麻黄(*Ephedra intermedia*)等。另外还有红花岩黄芩(*Hedysarum multijugum*)、银灰旋花(*Convolvulus ammannii*)、野韭(*Allium ramosum*)和沙蒿(*Artemisia desertorum*)等。矮生嵩草(*Kobresia humilis*)和西藏嵩草(*K. tibetica*)在本区都有大面积的分布,且二者都是以特征种和建群种的身份出现,其重要性可见一斑。作为高山流石坡稀疏植被中主要组建者的簇生柔子草(*Thylacospermum caespitosum*)等所体现出的则是高原、高山性质在温带亚洲分布类型中的重要地位。

在本区含有99个种并占本区12.34%的东亚分布类型,是以林下和草甸成分居多的类型。其中的木本成分也只有高山柏(*Sabina squamata*)、匍匐栒子(*Cotoneaster adpressus*)等7种,仅占类型的7.07%,但其典型成分只有青藏龙胆(*Gentiana futtereri*)等3种。含有90个种并占到11.22%的中国—喜马拉雅变型成分,则高居着本类型的核心位置。主要有圆穗蓼(*Polygonum macrophyllum*)、水母雪兔子(*Saussurea medusa*)等,作为青藏高原特有或主产的一类草本成分,除后者见于高山流石坡稀疏植被中以外,其余则多为高寒草甸、高寒沼泽草甸或高寒灌丛的习见成分,喜湿、耐寒又适暖。本区这一性质的体现及其变型成分的高比例都强调着青藏高原植物亚区的高原高山类型同本区密不可分的区系关系。青甘韭(*Allium przewalskianum*)则可以在局地沙滩上形成景观,成为本类型重要的成分之一。

以中亚至喜马拉雅和我国西南分布的变型成分以及中亚东部(亚洲中部)变型成分为主的中亚分布含73种,占全区的9.10%。前一变型有34种,其中的紫花针茅(*Stipa purpurea*)是青藏高原典型的高寒草原植被的特征种和建群种,高原、高山分布的耐寒喜湿成分如草甸马先蒿(*Pedicularis roylei*)、线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)等,这些都是同我国西南横断山地区及喜马拉雅具有密切联系的本区系隶属于青藏高原植物亚区的有力体现。含有22种的后者,即中亚东部(亚洲中部)变型成分,则以镰形棘豆(*Oxytropis falcata*)的大面积景观来显示出对本区生境的特别适应性。还有华扁穗

表5 青海湖流域非中国特有野生种子植物种的分布区类型
Table 5 The plant species areal-types of wild seed plants not endemic to China from Qinghai Lake basin

分布区类型 Areal-types	种数 No. of species	占全区野生种比例 Proportion of wild species from Qinghai Lake basin
1.世界分布 Cosmopolitan(823-21=802 进入计算)	21	—
2.泛热带分布 Pantropic	3	0.37
2.泛热带 Pantropic	(3)	(0.37)
6.热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	1	0.12
6.1 华南、西南到印度和热带非洲间断分布 South and southwest China to India &Tropical Africa disjunctive distribution	(1)	(0.12)
7.热带亚洲分布 Tropical Asia	4	0.50
7.1 爪哇(或苏门答腊)、喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南 Java(or Sumatra) ,Himalaya to south and southwest China disjunctive or scattered distribution	(2)	(0.25)
7.2 热带印度至华南(尤其云南南部)分布 Tropical India to south China especially south Yunnan	(1)	(0.12)
7.3 缅甸、泰国至华西南 Burma, Thailand to southwest China	(1)	(0.12)
8.北温带分布及其变型 North temperate and its variant	72	8.98
8.北温带 North temperate	(64)	(7.98)
8.2 北极高山 Arctic-Alpine	(1)	(0.12)
8.4 北温带和南温带(全温带)间断 North temperate & South temperate(Full Temperate)disjunctive distribution	(5)	(0.62)
8.5 欧亚和南美洲温带间断 Eurasia & temperate south America disjunctive distribution	(2)	(0.25)
9.东亚和北美洲间断分布 East Asia & North America disjunctive distribution	4	0.50
9.东亚和北美洲间断 East Asia & North America disjunctive distribution	(4)	(0.50)
10.旧世界温带分布及其变型 Old World Temperate and its variant	54	6.67
10.旧世界温带 Old World Temperate	(38)	(4.74)
10.0 温带欧亚 Temperate Eurasia	(1)	(0.12)
10.1 地中海—西亚(或中亚)—东亚间断 Mediterranean, West Asia(or Central Asia) & East Asia disjunctive distribution	(5)	(0.62)
10.2 地中海区—喜马拉雅间断 Mediterranean & Himalaya disjunctive distribution	(5)	(0.62)
10.3 欧、亚—南非(有时在大洋洲)间断 Eurasia & South Africa(Sometimes also Australasia) disjunctive distribution	(5)	(0.62)
11.温带亚洲分布 Temperate Asia	165	20.57
12.地中海区、西亚至中亚分布及其变型 Mediterranean, West Asia to Central Asia and its variant	14	1.75
12.地中海区、西亚至中亚 Mediterranean, West Asia to Central Asia	(14)	(1.75)
13.中亚分布及其变型 Central Asia and its variant	73	9.10
13.中亚 Central Asia	(12)	(1.50)
13.1 中亚东部(亚洲中部中)Eastern Central Asia(or Asia Media)	(22)	(2.74)
13.2 中亚至喜马拉雅和我国西南分布 Central Asia to Himalaya & southwest China	(34)	(4.24)
13.3 西亚至喜马拉雅和西藏 West Asia and Himalaya & Xizang	(1)	(0.12)
13.4 中亚至喜马拉雅—阿尔泰和太平洋北美洲间断 Central Asia to Himalaya-Altai & Pacific North America disjunctive distribution	(4)	(0.50)
14.东亚分布及其变型 East Asia and its variant	99	12.34
14.东亚(东喜马拉雅—日本)East Asia	(3)	(0.37)
14.1 中国—喜马拉雅 Sino-Himalaya(SH)	(90)	(11.22)
14.2 中国—日本 Sino-Japan(SJ)	(6)	(0.75)
15.中国特有分布 Endemic to China	327	(40.77)
总计 Total	823	—

草(*Blysmus sinocompressus*),大针茅(*Stipa grandis*)和圆头蒿等草原和荒漠旱生类型代表,体现出环湖东岸、北岸广泛分布的旱生荒漠及沙地环境对区系成分的深刻影响。本类型的典型成分有12种,如甘青铁线莲(*Clematis tangutica*)、中亚虫实(*Corispermum heptapotamicum*)等,同样是温暖旱生的区系性质在本区的体现。

典型成分达到64种的北温带类型在本区分布有72种,占全区的8.98%。其中仅有的木本种类金露梅是青藏高原典型的高寒灌丛的特征种和建群种,其余基本都是在各类型植被伴生的多年生草本植物,如狸藻(*Utricularia vulgaris*)、毛柄水毛茛(*Batrachium trichophyllum*)、沙生冰草(*Agropyron desertorum*)等。红北极果(*Arctous ruber*)等则仅限于北极高山分布。另外还有杉叶藻(*Hippuris vulgaris*)、灯芯草(*Juncus effusus*)等,都是北温带和南温带的间断分布成分。虽然它们在上述各类温带成分中具有最广的分布范围和更多的广域成分,但其分布于本区的种类数量却并不突出。说明青藏高原区系与黄土高原华北区系的地理和区系交汇过渡地带的青海湖流域,所存在的湿地水域、荒漠沙丘和高原山地等复杂多样的生态地理环境的选择和限制作用,导致了越是广域分布的植物,由于其分布区类型的地理中心距离相对较远,导致其对于特定地理单元区系成分的影响所受到的限制或许越多^[7]。

旧世界温带成分有54种,占到全区的6.67%,而其中的典型成分有38种占全区的0.37%,作为本类型的核心成分,具有绝对优势的比例,并且都以欧洲和亚洲的温带地区作为集中分布区。除了唯一的木本种鲜卑花(*Sibiraea laevigata*)外,全是多年生草本,且均为各类植被的伴生类群。

上述5个类型共463种,占全区的57.73%。作为本区系举足轻重的主要成分,特别是其中的温带亚洲成分和东亚分布及其变型成分,它们无一例外地影响着本区的区系性质和区系特点的形成,属于在本区起着决定性作用而稍逊于中国特有种的分布区类型,并且更在种一级层次上体现出植物种的来源是以温带范围为主,还昭示出本区系的温带性质形成的核心是以优势的欧亚大陆温、寒地带典型成分来体现的。后者东亚分布及其变型成分更是强调了本区与包括喜马拉雅在内的青藏高原区系的一脉相承。同时,本区明显的

温带性质及其特点的形成,也少不了其他几个类型成分的加入。然而,由于本区生态地理环境因素的制约和影响,导致其余一些类型的成分相对较少或只有个别种类出现。

2.3.3 中国特有种的分析

依据唐古特地区植物种的集中分布式样,本研究拟定并划分了中国植物特有种的变型和亚型系统(见表6),中国特有种是青海湖流域823种种子植物中所占比例最高的。

就青海湖流域中国特有种的分布情况来看,含有52种占本区中国特有种的15.90%和全区6.48%的甘肃—西藏—四川亚型,因在各亚型中种类最多而占据突出的地位,是本区中国特有种的核心成分,与此同时体现出本区系所受青藏高原植物区系影响有所减弱而所受我国华北区系影响相对有所增强。其他亚型成分则基本上都会围绕着这一核心而形成由近及远地渐次减弱的分布范围。除去有个别种可向滇西北地区有所延伸以外,该亚型大多数种类的分布范围基本上都在青海南部、西藏东北部、四川西北部和甘肃南部等地区。这一亚型中,木本植物只有白毛小叶金露梅(*Potentilla parvifolia* var. *hypoleuca*)和奇花柳(*Salix atopantha*)2种。较重要的草本植物有小大黄(*Rheum pumilum*)、唐古特莨菪(*Anisodus tanguticus*)和黄纓菊(*Xanthopappus subacaulis*)等。

西南—西北—华北变型分布有34种,分别占全区的10.40%和4.24%。喜湿、中生和耐旱类型均有,主要的有黄花棘豆(*Oxytropis ochrocephala*)、白苞筋骨草(*Ajuga lupulina*)、圆萼刺参(*Morina chinensis*)等。西南—西北亚型有26种,木本植物仅有红花岩生忍冬(*Lonicera rupicola* var. *syringantha*)1种。草本植物除了短穗兔耳草(*Lagotis brachystachya*)、条纹龙胆(*Gentiana striata*)等,基本都是林缘灌丛或灌丛草甸伴生的植物种类,表明这一亚型成分多为中生草本的类型性质。其次是甘肃亚型成分,有22种,有2个木本种——烈香杜鹃(*Rhododendron anthopogonoides*)和矮生忍冬(*Lonicera minuta*)。草本的褐毛风毛菊(*Saussurea brunneopilosa*)、矮丛风毛菊(*S. eopygmaea*)和青海固沙草(*Orinus kokonorica*)等,几乎全是伴生种。大西北(西北五省(区)及内蒙古西部)亚型16种,分别占本区中国特有种和本区全部种的4.89%和2.00%。木本种有可在局部地段成林的青海云杉

表 6 青海湖流域中国特有野生种子植物种的分布亚型
Table 6 The areal-subtypes of the wild seed plant species endemic to China from Qinghai Lake basin

分布变型 Areal-subtypes	种数 No. of species	占本区中国特有种的比例 Proportion of the Chinese endemic species from Qinghai Lake basin	占全区野生种的比例 Proportion of wild species from Qinghai Lake basin
(15.1:青海与中国其他地区共有分布)(Qinghai and other parts of China unique)			
a/西藏 NE Xizang	(12)	(3.67)	(1.50)
b/四川 W Sichuan	(4)	(1.22)	(0.50)
c/西藏—四川 Xizang and Sichuan	(8)	(2.45)	(1.00)
d/西藏—云南 Xizang and Yunnan	(2)	(0.61)	(0.25)
e/四川—云南 Sichuan and Yunnan	(4)	(1.22)	(0.50)
f/西南 Southwest China (Xizang, Sichuan and Yunnan)	(10)	(3.06)	(1.25)
g/甘肃 Gansu (Most of them were in the south)	(22)	(6.73)	(2.74)
h/甘肃—西藏 Gansu and Xizang	(15)	(4.59)	(1.87)
i/甘肃—四川 Gansu and Sichuan	(15)	(4.59)	(1.87)
j/甘肃—西藏—四川 Gansu, Xizang and Sichuan	(52)	(15.90)	(6.48)
k/甘肃—陕西—四川 Gansu, Shaanxi, Sichuan	(6)	(1.83)	(0.75)
l/甘肃—陕西—四川—云南 Gansu, Shaanxi, Sichuan and Yunnan	(5)	(1.53)	(0.62)
m/西南—甘肃—陕西 Southwest China, Gansu, Shaanxi	(13)	(3.98)	(1.62)
n/甘肃—陕西 Gansu and Shaanxi	(2)	(0.61)	(0.25)
o/大西北(西北五省及内蒙古西部) Large Northwest China (Qinghai, Gansu, Shaanxi, Ningxia, Xinjiang, northern Xizang and Nei Mongol)	(16)	(4.89)	(2.00)
p/西南—西北 Southwest & northwest China	(26)	(7.95)	(3.24)
q/西北—华北 Northwest & north China	(6)	(1.83)	(0.75)
r/西南—西北—华北 Southwest, northwest & north China	(34)	(10.40)	(4.24)
s/北方(西北—华北—东北) Boreal China (northwest, north and northeast China)	(5)	(1.53)	(0.62)
t/西南—西北—华中 Southwest, Northwest & central China	(3)	(0.92)	(0.37)
u/西南—西北—华北—华中(或华东) Southwest, northwest, north & central China (or east China)	(9)	(2.75)	(1.12)
v/西北—华北—华中—华东 Northwest, north, central & east China	(5)	(1.53)	(0.62)
w/北方—西南 Boreal & southwest China	(2)	(0.61)	(0.25)
x/北方—西南—华中—华东 Boreal, southwest, central & east China	(2)	(0.61)	(0.25)
z/中国大陆全境 Throughout mainland China	(5)	(1.53)	(0.62)
15.2:青海湖流域与唐古特地区共有:从略 Qinghai Lake basin and Tangut area—be omitted			
15.3:青海湖流域的青海特有分布种 The endemic distribution of Qinghai plant species from Qinghai Lake basin	44	13.46	5.49
a/祁连山地分布:只分布于青海祁连山地 Qilian Mountains; only distributed in the Qilian Mountains in Qinghai	(27)	(8.26)	(3.37)
b/青南高原分布:只分布于青海青南高原 South Qinghai Plateau; only distributed in south Qinghai Plateau	(1)	(0.31)	(0.12)
c/柴达木盆地分布:只分布于青海柴达木盆地 Qaidam Basin; only distributed in the Qaidam Basin	(2)	(0.61)	(0.25)
d/祁连山地和青南高原分布(a和b的范围) Qilian Mountains & south Qinghai Plateau (Range of a and b)	(7)	(2.14)	(0.87)
e/祁连山地和柴达木盆地分布(a和c的范围) Qilian Mountains & Qaidam Basin (Range of a and c.)	(3)	(0.92)	(0.37)
g/青海全境分布(a.b.c.“三区”分布) (a.b.c. three zones)	(4)	(1.22)	(0.50)
青海湖流域特有 Qinghai Lake basin unique	20	(6.12)	(2.49)
合计 Total	327	100	40.77

(*Picea crassifolia*)和荒漠锦鸡儿(*Caragana roborovskyi*);草本种有若羌赖草(*Leymus ruoqiangensis*)和青海天门冬(*Asparagus przewalskyi*)等。甘肃—西藏区域和甘肃—四川区域成分在本区各有 15 种。前者有祁连山棘豆(*Oxytropis qilianshanica*)、短筒兔耳草(*Lagotis brevītuba*)、唐古韭(*Allium tanguticum*)等;后者有祁连圆柏(*Juniperus saltuaria*)和西北黄耆(*Astragalus fenzelianus*)、青海棘豆

(*Oxytropis qinghaiensis*)等。

以上联系着中国西南地区的a~f型有40种,占青海湖与中国其他地区共有327种的12.23%。本区联系着中国西南和西北地区的a~m和p亚型,共有194种,占中国特有种327种的59.33%。以上分析,直接或间接地支持了本区系隶属于青藏高原植物亚区中的唐古特地区。

青海湖流域有20个本区特有种,占本类型的6.12%,如青海荸荠(*Eleocharis qinghaiensis*)、青海角果藻(*Zannichellia qinghaiensis*)等。本区特有类群多数为水生种类,体现出青海湖独特的隐域性水湿环境的特化结果。由于复杂且独特的生态地理环境通常可促使一些植物以分化或者变异的形式产生替代种或种下类型,进而以此来获得更多的生存选择或是扩大其种群的分布范围。因此,特有类群的多寡,不仅可以直接或间接地反映出植物本身的生存分化能力,同时还决定于其周围生态地理大环境或局地独特的小环境及其生态因子所具有的能够促使植物特化分化的能力。

3 区系性质和特征

区系特征如下:(1)本区系的种类约合2.78种/km²,这在唐古特地区的众多区域中相对并不丰富。(2)包括中国特有成分在内,本区系明显的温带性质是由占到99.00%绝对优势的温带成分确定的。这类温带成分主要是以北温带成分、温带亚洲成分和东亚成分为优势组成,它们以寒温、温性和高寒类型兼具的典型成分为核心和优势,并且后者还强调了本区与包括喜马拉雅在内的青藏高原区系一脉相承。(3)本本种类贫乏,缺乏古老和原始的类群,而是以草本,特别是多年生草本植物为主体。(4)本区的一些中国特有种是经其广布的亲缘种衍生而来,这是本区系年轻和衍生性质的具体表现。(5)我国华北区系和西南高山区系均对本区产生不同程度的影响,但后者作用相对微弱。(6)就中国特有种的分布情况来看,本区系受青藏高原植物区系影响有所减弱,而受到我国华北区系的影响相对增强。(7)本区特有属少,特有种多数为水生植物,体现出本区是以青海湖为中心的内流水域以及由此产生的植物种类扩散的困难性所呈现出的结果,这或许不仅是本区水生特有类群就地形成和扩散困难的重要因素之一,更

是本区临水环湖的南、西两面山地高寒草甸类植被和北、东两面滩地沙丘等干旱荒漠草原类植被3种反差强烈的生境的独特性,以及在水生种类形成方面明显的隐域性地区特色的体现。在青藏高原植物亚区中,本区隶属于唐古特地区。

参 考 文 献

- [1] WU Z Y, WU S G. A proposal for a new floristic kingdom (realm): the East Asiatic Kingdom, its delineation and characteristics [C]//ZHANG A L, WU S G. Floristic characteristics and diversity of East Asian plants, proceedings of the first international symposium on floristic characteristics and diversity of East Asian plants. Beijing: China Higher Education Press, 1996: 3-42.
- [2] 吴征镒, 周浙昆, 孙航, 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: 146-451.
WU Z Y, ZHOU Z K, SUN H, *et al.* The areal-types of seed plants and their origin and differentiation [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2006: 146-451.
- [3] 吴玉虎. 青海植物名录 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1998: 1-396.
WU Y H. Index florae Qinghaiensis [M]. Xining: Qinghai People's Publishing House, 1998: 1-396.
- [4] 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 [M]. 北京: 科学出版社, 1983: 1-125.
Chinese Academy of Sciences. Editorial Committee of Chinese Physical Geography. China's physical geography: plant geography: Part 1 [M]. Beijing: Science Press, 1983: 1-125.
- [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 [J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
WU Z Y, ZHOU Z K, LI D Z, *et al.* The areal-types of the world families of seed plants [J]. Acta Botanica Yunnanica, 2003, 25(3): 245-257.
- [6] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. 云南植物研究, 1991, 5(增刊): 1-139.
WU Z Y. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. Acta Botanica Yunnanica, 1991, 5(Sup.): 1-139.
- [7] 吴玉虎. 青海湟水流域植物区系研究 [J]. 西北植物学报, 2003, 23(2): 205-217.
WU Y H. A study on the flora of Huangshui River valley in Qinghai, China [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2003, 23(2): 205-217.