



三江源国家公园种子植物区系特征分析

张 静,才文代吉,谢永萍,李德凯,李海燕,孙海群*

(青海大学 农牧学院,西宁 810016)

摘要:该研究在2017年和2018年多次野外调查的基础上,结合相关资料对三江源国家公园内的种子植物进行统计并分析其植物区系的组成、性质及特点。结果表明:(1)三江源国家公园共有种子植物50科232属832种,以耐旱耐寒的多年生草本为主,木本植物较少,是三江源自然保护区种子植物的核心分布区。(2)该公园以长江源园区植物资源丰富度最高,澜沧江源园区和黄河源园区依次递减,其中,有244种种子植物在3个园区内均有分布。(3)在科的层次上,小科和中等科是构成该园区科的主体,而以禾本科为代表的12个大科和较大科共同构成了该园区种子植物的优势科。在属的层次上,单种属是构成该园区属的主体,中等属所含种子植物种数最多。(4)该区科的分布区类型以世界分布类型为主,除世界分布科外,该园区的科主要体现了温带性质的分布特点。(5)该区属的分布区类型具有明显的温带性质,与欧亚大陆联系紧密,以北温带分布类型为主要组成成分。(6)该区种子植物的种可分为中国特有和非中国特有两大类,中国特有分布与横断山脉密切联系,影响该区区系的形成。非中国特有分布中亚成分和东亚成分为主,北温带成分、温带亚洲成分等的共同参与和影响下形成明显的温带性质。(7)该园区种子植物资源的丰富性、生活型的多样性及科、属、种的温带性质的分布特点,充分体现了园区的种子植物区系与其独特的地理位置和气候条件相适应。

关键词:三江源国家公园;种子植物;物种组成;区系分析

中图分类号:Q948.5

文献标志码:A

Characteristics on the Flora of Seed Plants in Sanjiangyuan National Park

ZHANG Jing, CAIWEN Daiji, XIE Yongping, LI Dekai, LI Haiyan, SUN Haiqun*

(College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining 810016, China)

Abstract: Based on the multiple field surveys in 2017 and 2018, the study combined the relevant data to analyze the seed plants in Sanjiangyuan National Park and analyze the composition, nature and characteristics of the flora. The results showed that: (1) there are 832 species of 232 genera and 50 species of seed plants in Sanjiangyuan National Park. Drought-tolerant and cold-tolerant perennial herbs are the main components, and woody plants are less. It is the core distribution area of seed plants in Sanjiangyuan Nature Reserve. (2) The park has the highest plant resource richness in the Yangtze River source park, and the Lan-cang river source park and the Yellow River Source Park are successively decreasing. Among them, 244 seed plants are distributed in all three parks. (3) At the level of the family, the small and medium-sized departments constitute the main body of the park, while the 12 larger and large families represented by the grass family together constitute the superiority of the seed plants in the park. At the genera level, a single genera constitutes the main body of the Sanjiangyuan National Park' genera, and the medium genera con-

收稿日期:2019-03-14;修改稿收到日期:2019-04-19

基金项目:青海省科技计划(2017-ZJ-728);国家自然科学基金(31560668)

作者简介:张 静(1994—),女,在读研究生,研究方向为草地环境与保护。E-mail: JINGZHIFEI1122@163.com

* 通信作者:孙海群,教授,主要从事植物资源研究。E-mail:haiqunsun@163.com

tains the largest number of seed plants. (4) The type of distribution area of this district is mainly distributed in the world. Except for cosmopolitan, the section of the park mainly reflects the distribution characteristics of temperate nature. (5) The type of distribution area of genera has obvious temperate nature, closely related to Eurasia, and the distribution of north temperate is the main component. (6) The species of seed plants in this area are divided into two categories: endemic to China and endemic to non-Chinese species. The distribution of endemic species in China is closely related to the Hengduan Mountains, which affects the formation of the flora. The distribution of non-Chinese endemic species has obvious temperate nature under the joint influence with central Asia and East Asia and secondary influence with temperate Asia and North temperate. (7) The richness of seed plant resources, the diversity of life forms and the distribution characteristics of temperate nature of families, genera and species in this park fully reflect that the plant flora of the park is compatible with its unique geographical location and climatic conditions.

Key words: Sanjiangyuan National Park; seed plant; species composition; floristic analysis

植物区系(Flora)是指在特定区域或时间段,在某一生物的分类群中,所有的植物种类组成同一类植被类型的总称^[1-2]。植物因环境的不同而呈现不同的分布方式,故植物区系的组成往往受到干旱^[3]、气候^[4-5]、海拔^[6]等因素的影响。对植物区系的研究既是合理利用植物资源的基础又可以作为衡量生物多样性和指导其保护的标准^[7]。

青藏高原是继北极和南极后的世界上最高的地区,被称为世界“第三极”,是黄河、长江、澜沧江的发源地^[8-9]。特殊的地理条件造就了该地区独特而丰富植物资源,也成为了地球陆地生态系统的重要组成部分。为了有效保护该地区丰富多样的生态系统和动植物资源,国家于2000年和2016年相继成立了三江源自然保护区及三江源国家公园。由于园区缺乏完整的植物资源本底数据,我们对三江源国家公园的野生植物资源进行了多次实地考察,结合已有的资料对公园内的植物多样性及区系特点等进行分析,为合理保护和有效管理该地区植物资源提供数据支撑。

1 研究区概况

三江源国家公园($E89^{\circ}50'57'' \sim 99^{\circ}14'57''$, $N32^{\circ}22'36'' \sim 36^{\circ}47'53''$)位于地球“第三极”青藏高原腹地,包括三江源国家自然保护区的星星海、扎陵湖-鄂陵湖、果宗木查、索加-曲麻河及昂赛5个保护分区和青海可可西里国家级自然保护区,园区总面积为 $1.231 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。根据发源地差异三江源国家公园分为3个园区:黄河源园区、长江源园区和澜沧江源园区。黄河源园区($E97^{\circ}1'20'' \sim 99^{\circ}14'57''$, $N33^{\circ}55'5'' \sim 35^{\circ}28'15''$)位于果洛州玛多县境内,包括三江源国家级自然保护区的扎陵湖-鄂陵湖和星星海2个保护分区,涉及黄河乡、扎陵湖乡等3个乡

镇19个行政村;该园区拥有众多湖泊河流,共同构成黄河源“千湖”景观;独特的水文条件使得该地区主要以高寒湿地、沼泽草甸为主要植被类型。长江源园区($E89^{\circ}50'57'' \sim 95^{\circ}18'51''$, $N33^{\circ}9'5'' \sim 36^{\circ}47'53''$)位于玉树藏族自治州治多县、曲麻莱县,包括可可西里国家级自然保护区、索加-曲麻河保护分区,涉及扎河乡、叶格乡等4个乡15个行政村;该园区荒漠生态系统和高寒草原、湿地生态系统生物多样性丰富,被称为“野生动物天堂”。澜沧江源园区($E93^{\circ}38'24'' \sim 95^{\circ}55'40''$, $N32^{\circ}22'36'' \sim 33^{\circ}56'6''$)位于玉树藏族自治州杂多县,包括青海三江源国家级自然保护区果宗木查、昂赛2个保护分区;涉及莫云、扎青等5个乡19个行政村;该园区以高原峡谷为主,高寒森林、灌丛、草甸、草原镶嵌分布,植物资源丰富^[10-12]。

三江源国家公园地貌以山原和高山峡谷为主,并伴有河谷山地、高寒草甸和沼泽湿地,平均海拔4 500 m以上,主要被昆仑山主脉及可可西里山脉、唐古拉山脉、巴颜喀拉山脉和阿尼玛卿山等支脉环绕。气候属于典型的高原大陆性气候,无四季区分,冷热两季交替,雨热同期,日温差大,年温差小,日照时间长,辐射强烈。冷季热量低,降水少,风沙大,主要受青藏冷高压控制;暖季水气丰富,降水量多,主要受西南季风影响而产生热气压。园区土壤质地粗,沙砾性强,以高山草甸土为主。公园内植物矮小,以高寒草甸、草原、垫状植被等为主^[10,13]。

2 研究方法

本研究主要分为外业调查和内业工作两部分。外业调查是于2017和2018年前往三江源国家公园,在玛多县、杂多县、治多县和曲麻莱县依次进行。主要通过样线法分别对公园内的野生植物和典型植

被类型进行抽样调查,记录植物种类、经纬度等野外信息,同时使用照相机拍摄重要种和未知种的照片,并采集植物标本,压制规整带回实验室。内业工作首先根据《青海植物志》^[14]和《中国植物志》^[15]等相关文献资料对采集的植物标本进行统一鉴定,然后结合野外记录信息对野生种子植物进行系统整理归纳,编制三江源国家公园野生种子植物名录,最后对种子植物科、属、种划分分布区类型。物种的科和属的分布区类型主要依据吴征镒先生等的《世界种子植物科的分布区类型系统》^[16]《中国种子植物属的分布区类型》^[17]和《种子植物分布区类型及其起源和分化》等^[18]进行划分;物种的种的分布区类型主要依据种子植物实际自然分布情况及并结合吴征镒先生对中国种子植物属的分布区类型的划分方式进行划分。

3 结果与分析

3.1 三江源国家公园种子植物种类组成

根据野外调查和对已有数据的分析,三江源国家公园共有种子植物 832 种,分属于 50 科 232 属(表 1)。其中,裸子植物有 2 科 2 属 4 种,占该公园种子植物总科数的 4.00%,总属数的 0.86%,总种数的 0.48%;被子植物有 48 科 230 属 828 种,占该公园种子植物总科数的 96.00%,总属数的 99.14%,总种数的 99.52%。三江源国家公园的种子植物主要以被子植物为主。

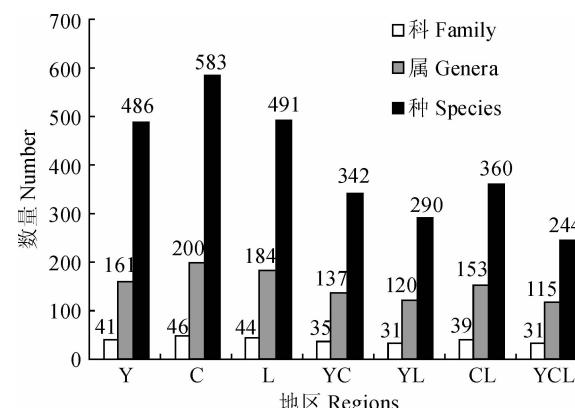
由表 2 可见,三江源国家公园种子植物科、属、种组成占三江源自然保护区的比例分别为 71.43%、59.79% 和 50.76%。三江源国家公园以三江源自然保护区约三分之一的面积承载约二分之一的野生种子植物,可见该公园内的种子植物科、属、种组成十分丰富,是三江源自然保护区种子植物的核心分布区。该公园种子植物科、属、种组成占青海省的比例分别为 50.00%、37.85% 和 27.86%。青海省种子植物有一半的科及约三分之一的属和种分布在园区内,可见,该公园是青海省种子植物物种多样性的重要聚集地。该公园种子植物科、属、种组成占全国的比例分别为 16.61%、7.80% 和 3.39%,说明三江源国家公园种子植物是中国种子植物区系的重要组成部分,具有很大的科研及保护价值。

由图 1 可见,三江源国家公园的 3 个园区内含有种子植物数量最多的为长江源园区,依次为澜沧江源园区和黄河源园区。在科、属、种 3 个层次上,3 个园区数量差异不大。长江源园区与澜沧江源园区

共有的植物最多,分别为 39 科、153 属、360 种,与黄河源园区共有的植物最少。在整个三江源国家公园内,有 31 科、115 属、244 种种子植物在 3 个园区内均有分布,分别占总科数的 62.00%、总属数的 49.57% 和总种数的 29.33%。

3.2 三江源国家公园种子植物生活型统计分析

植物生活型是植物对特定的外界环境长期适应的外部表现形式,通过对此的分析可以明显地反映出植物与环境间的关系。由表 3 可知,三江源国家公园种子植物的生活型多样,共有乔木、灌木、半灌木、草质藤本、一年生或二年生草本和多年生草本等 6 种类型。园区内草本植物最多,其中多年生草本 655 种,一、二年生草本 116 种,两者合计 771 种,占总种数 92.67%,这主要是因为该园区内植被类型多以草本植物群落为主,如高寒草甸、高寒草原、高寒垫状植被等。园区内乔木只有 5 种,只占总种数的 0.60%,以柏科(Cupressaceae)圆柏属(Sabina)的大果圆柏(*Sabina tibetica*)和祁连圆柏(*Juniperus przewalskii*)为代表。园区内灌木有 45 种,占总种数的 5.41%,主要有山生柳(*Salix oritrepha*)



Y 代表黄河源园区;C 代表长江源园区;L 代表澜沧江源园区;
YC 代表黄河源园区与长江源园区共有;YL 代表黄河源园区与澜沧江源园区共有;CL 代表长江源园区与澜沧江源园区共有;
YCL 代表 3 个园区共有

图 1 三江源国家公园 3 个园区物种组成及共有物种统计
Y stands for plants in the Yellow river source park; C stands for plants in the Yangtze river source park; L stands for plants in Lancang river source park; YC stands for plants shared by Yellow river source park and Yangtze river source park; YL represents the plants shared by the Yellow river source park and the Lancang river source park; CL represents the plants shared by the Yangtze river source park and the Lancang river source park; YCL stands for plants common to the three parks

Fig. 1 Species composition and common species statistics of three parks in Sanjiangyuan National Park

表 1 三江源国家公园种子植物科、属、种组成

Table 1 Composition of family, genus and species in the Sanjiangyuan National Park

植物类别 Species type	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	比例 Proportion/%	数量 Number	比例 Proportion/%	数量 Number	比例 Proportion/%
裸子植物 Gymnosperm	2	4.00	2	0.86	4	0.48
被子植物 Angiosperm	48	96.00	230	99.14	828	99.52
合计 Total	50	100	232	100	832	100

表 2 三江源国家公园种子植物与全国、青海、三江源自然保护区种子植物的科、属、种统计比较

Table 2 The comparison of the mounts of families, genera and species in Sanjiangyuan National Park with those in China, Qinghai Province and Sanjiangyuan Nature Reserve

	项目 Item	裸子植物 Gymnosperm	被子植物 Angiosperm	合计 Total
全国 China	科 Family	10	291	301
	属 Genus	34	2 940	2 974
	种 Species	238	24 300	24 538
青海 Qinghai	科 Family	3	97	100
	属 Genus	7	606	613
	种 Species	33	2 953	2 986
三江源自然保护区 Sanjiangyuan Nature Reserve	科 Family	3	67	70
	属 Genus	5	383	388
	种 Species	20	1 619	1 639
三江源国家公园 Sanjiangyuan National Park	科 Family	2	48	50
	占全国 China/%	20.00	16.49	16.61
	占青海 Qinghai/%	66.67	49.48	50.00
	占三江源自然保护区 Sanjiangyuan Nature Reserve/%	66.67	71.64	71.43
	属 Genus	2	230	232
	占全国 China/%	5.88	7.82	7.80
	占青海 Qinghai/%	28.57	37.95	37.85
	占三江源自然保护区 Sanjiangyuan Nature Reserve/%	40.00	60.05	59.79
	种 Species	4	828	832
	占全国 China/%	1.68	3.41	3.39
	占青海 Qinghai/%	12.12	28.04	27.86
	占三江源自然保护区 Sanjiangyuan Nature Reserve/%	20.00	51.14	50.76

表 3 三江源国家公园种子植物生活型谱

Table 3 The life-forms of seed plants in the Sanjiangyuan National Park

生活型 Life form	种数 No. of species	占总种数的百分比 Of total species/%
乔木 Arbor	5	0.60
灌木 Bush	45	5.41
半灌木 Semi-shrub	9	1.08
草质藤本植物 Herbaceous liana	2	0.24
多年生草本 Perennial herb	655	78.73
一、二年生草本 Annual or biennial herb	116	13.94
合计 Total	832	100

和金露梅(*Potentilla fruticosa*)等。园区内有半灌木9种,占总种数的1.08%,以燥原芥(*Ptilotrichum canescens*)和喜马红景天(*Rhodiola himalensis*)为代表。此外园区内还分布有2种草质藤本植物,占总种数的0.24%,为黄花铁线莲(*Clematis intricata*)和甘青铁线莲(*Clematis tangutica*)。

3.3 三江源国家公园种子植物科的分析

3.3.1 科的多样性分析 由表4可知,三江源国家公园种子植物共有50科832种。依据科内含有的植物种数,将园区的种子植物划科分为5个等级^[19-20],分别为单种科(含1种)、小科(2~5种)、中等科(6~20种)、较大科(21~50种)和大科(>51种)。经统计发现,小科所占比例最大,共有22科,占总科数的44.00%;中等科次之,共有10科,占总科数的20.00%;较大科共8科,占总科数的16.00%;单种科共6科,占总科数的12.00%,大科

含科数最少,只有4科,占总科数的8.00%。小科和中等科构成了该园区种子植物科的主体,共计32科,占总科数的64.00%。较大科和大科有12科,占总科数的24.00%。表5显示,12个大科和较大科是该园区种子植物的优势科,共同构成了三江源国家公园种子植物的主体,按科内种数从大到小顺序依次为禾本科(Poaceae)、菊科(Asteraceae)、豆科(Fabaceae)、十字花科(Brassicaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)、龙胆科(Gentianaceae)、玄参科(Scrophulariaceae)、石竹科(Caryophyllaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、莎草科(Cyperaceae)、虎耳草科(Saxifragaceae)和报春花科(Primulaceae)。

3.3.2 科的地理成分分析 依据吴征镒对世界种子植物科的分布区类型划分原则^[16],对三江源国家公园种子植物区系科的地理成分进行了统计分析。三江源国家公园种子植物区系中的50科共划分为

表4 三江源国家公园种子植物科的级别统计

Table 4 Statistics of the family of seed plants in Sanjiangyuan National Park

级别 Size of family	科数 Family	占总科数 Of total family/%	属数 Genus	占总属数 Of total genera/%	种数 Species	占总种数 Of total species/%
单种科 Single species	6	12.00	6	2.59	6	0.72
小科(2~5种) Small (2~5 species)	22	44.00	32	13.79	65	7.81
中等科(6~20种) Medium (6~20 species)	10	20.00	50	21.55	147	17.67
较大科(21~50种) Larger (21~50 species)	8	16.00	56	24.14	265	31.85
大科(>51种) Large (>51 species)	4	8.00	88	37.93	349	41.95
合计 Total	50	100	232	100	832	100

表5 三江源国家公园种子植物含20种以上的科

Table 5 The family comprising of more than 10 species of seed plants in Sanjiangyuan National Park

序号 No	科名 Family	科内属数 Family with genera	占总属数 Of total genera/%	科内种数 Family with species	占总种数 Of total species/%
1	禾本科 Poaceae	29	12.50	112	13.46
2	菊科 Asteraceae	24	10.34	106	12.74
3	豆科 Fabaceae	10	4.31	68	8.17
4	十字花科 Brassicaceae	25	10.78	63	7.57
5	毛茛科 Ranunculaceae	15	6.47	46	5.53
6	龙胆科 Gentianaceae	8	3.45	44	5.29
7	玄参科 Scrophulariaceae	7	3.02	39	4.69
8	石竹科 Caryophyllaceae	7	3.02	35	4.21
9	蔷薇科 Rosaceae	7	3.02	27	3.25
10	莎草科 Cyperaceae	4	1.72	27	3.25
11	虎耳草科 Saxifragaceae	4	1.72	26	3.13
12	报春花科 Primulaceae	4	1.72	21	2.52
	合计 Total	144	62.07	614	13.46

4个分布区类型及4个变型(表6),其中,世界广布科有31科、热带分布科有7科(2~7型)、温带分布科有12科(8~14型)。三江源国家公园无中国特有科的分布。

世界广布科有31个,包括禾本科、菊科、豆科、十字花科等12种优势科,含科数超过全部科数的一半,直接决定了三江源国家公园植物区系科的分布特点。

热带分布的科有7个,其中泛热带广布的有6个,占总科数的31.58%,包括杨柳科(Salicaceae)、荨麻科(Urticaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)等。热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布只有1科,即鸢尾科(Iridaceae)。

温带分布的科有12个,其中北温带广布的有3个,包括杉叶藻科(Hippuridaceae)、忍冬科(Caprifoliaceae)和百合科(Liliaceae)。北温带和南温带间断分布的有5科,包括柏科(Cupressaceae)、罂粟科(Papaveraceae)、牻牛儿苗科(Geraniaceae)、胡颓子科(Elaeagnaceae)和灯心草科(Juncaceae)。欧亚和南美温带间断分布的有2科,包括麻黄科(Ephedraceae)和小檗科(Berberidaceae)。旧世界温带分布及欧亚和南部非洲间断分布各有1科,分别是怪柳

科(Tamaricaceae)和川续断科(Dipsacaceae)。

3.4 三江源国家公园植物属的分析

3.4.1 属的多样性分析 由表7可知,三江源国家公园种子植物共有232属、832种。依据属内含有的植物种数,将园区的种子植物属划分为4个等级:单种属(含1种)、小属(2~5种)、中等属(6~20种)和大属(>21种)。比较等级含属数发现,从单种属到大属含属数依次递减。单种属有109属,占总属数的46.98%,含属数最多;小属有88属,占总属数37.93%,所占比例较高。该区系种子植物小于5种的属达到了197属,占总属数84.91%。而含有6种以上的属只有35属,占总属数的15.09%。其中中等属有30属,占总属数的12.93%;大属有5属,占总属数的2.16%,比例最低。由此可见,在环境条件严峻的三江源地区单种属比较占优势。

从各类型属所含种数来看,中等属所含种数最多,占总种数的38.10%,主要有棘豆属[*Oxytropis*,20种(下同)]和葶苈属(*Draba*,19)等;小属次之,占总种数的31.97%,主要有乌头属(*Aconitum*,5)和银莲花属(*Anemone*,4)等;大属含属数最少,但含种数140种,占总种数的16.83%,依次为风毛菊属(*Saussurea*,34)、黄耆属(*Astragalus*,31)、马先蒿

表6 三江源国家公园种子植物科的分布区类型

Table 6 The family areal-types of seed plants in Sanjiangyuan National Park

分布区类型 Areal-type	科数 Family	占总科数 Of total family/%
1. 世界分布 Cosmopolitan	31	—
热带分布 Tropical distribution	7	36.84
2. 泛热带分布及其变型 Pantropic	7	36.84
2-0. 泛热带广布 Pan-Pantropic	(6)	(31.58)
2-2. 热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Africa & C. to S. Amer. disjuncted	(1)	(5.26)
温带分布 Temperate distribution	12	63.16
8. 北温带分布及变型 North Temperate	10	52.63
8-0. 北温带广布 Pan-North temperate	(3)	(15.79)
8-4. 北温带和南温带间断分布“全温带” N. Temp. & S. Temp. disjuncted. (“Pan-temperate”)	(5)	(26.32)
8-5. 欧亚和南美温带间断分布 Eurasia & Temp. S. Amer. disjuncted	(2)	(10.53)
10. 旧世界温带分布及变型 Old World Temperate	2	10.53
10-0. 欧亚广布 Eurasia	(1)	(5.26)
10-3. 欧亚和南部非洲(有时也在大洋洲)间断分布 Eurasia & S. Africa (Sometimes also Australasia) disjuncted	(1)	(5.26)
合计(不含世界分布) Total(excluded the cosmopolitan)	19	100

注:表中各分布区类型的名称及序号采用吴征镒先生文中原有序号;括号内数字为分布区类型以下的变型在本区的分布种数。下表同

Note: The name and numbers of each distribution area type in table are same as that quoted by Prof. Wu Zhengyi. The numbers in brackets are the types of the variants below the distribution type in this region. The same as the next Table

表 7 三江源国家公园种子植物属的级别统计

Table 7 Statistics of the genera of seed plants in Sanjiangyuan National Park

级别 Size of genus	属数 Genus	占总属数 Of total genera/%	种数 Species	占总种数 Of total species/%
单种属 Single species	109	46.98	109	13.10
小属(2~5种) Small(2~5 species)	88	37.93	266	31.97
中等属(6~20种) Medium(6~20 species)	30	12.93	317	38.10
大属(>21种) Large(>51 species)	5	2.16	140	16.83
合计 Total	232	100	832	100

属(*Pedicularis*, 28)、龙胆属(*Gentiana*, 25)和早熟禾属(*Poa*, 22)等。

3.4.2 属的地理成分分析 对三江源国家公园种子植物区系属的地理成分进行统计分析发现(表8),三江源国家公园种子植物区系中的232属共划分为11个分布区类型及11个变型,其中,世界广布属有32属、热带分布属有4属(2-7型)、温带分布属有183属(8-14型)、中国特有分布属有13属。由此可见,该区系在属的分布区上呈现温带分布。

1)世界广布属有32属,含164种。含种数最大的是豆科的黄芪属,有31种,但其分布中心集中在地中海区、西亚至中亚分布区。单种属最多,有13属,如酸模属(*Rumex*)和猪毛菜属(*Salsola*)等。

2)热带分布的只有4属,共计9种。其中泛热带分布3属,包括麻黄属(*Ephedra*)、大戟属(*Euphorbia*)和狼尾草属(*Pennisetum*);热带亚洲、非洲和大洋洲间断分布1属,即百蕊草属(*Thesium*)。百蕊草属虽然是大属,但在三江源国家公园只分布1种,即长花百蕊草(*Thesium longiflorum*)。

3)温带分布属有183属,共计645种。北温带分布及其变型共101属,占总属数的50.50%,是本区系分布属最多的分布区类型。其中北温带广布成分位居首位,分布68属,占总属数的34.00%;其变型北极-高山分布6属,占总属数的3.00%;北温带和南温带(全温带)间断分布25属,占总属数的12.50%;欧亚和南美温带间断分布2属,为火绒草属(*Leontopodium*)和赖草属(*Leymus*)。

东亚和北美洲间断分布有2属,为羽叶花属(*Acomastylis*)和野决明属(*Thermopsis*),占总属数的1.00%。

旧世界温带分布及其变型共27属,占总属数的13.50%,是本区系分布属数位居第二的分布区类型。其中旧世界温带成分分布23属,含种数最多的是鹅观草属(*Roegneria*, 6),含单种的属最多,有13属,以美花草属(*Callianthemum*)和侧金盏花属(*A-*

donis)为代表。地中海区、西亚和东亚间断分布只有鲜卑花属(*Sibiraea*),是古地中海的古北大陆上固有种类。地中海区和喜马拉雅间断分布2属,分别是茄参属(*Mandragora*)和刺参属(*Morina*)。欧亚和南部非洲间断分布仅1属,为苜蓿属(*Medicago*)。

温带亚洲分布有12属,占总属数的6.00%。每个属所含种数都不超过6种,单种属有5属,为鸦跖花属(*Oxygraphis*)、异蕊芥属(*Dimorphostemon*)、瓦松属(*Orostachys*)等。

地中海区、西亚至中亚分布及其变型共7属,占总属数的3.50%。其中地中海区、西亚至中亚分布的有6属,而单种属占4个,为薄蒴草属(*Lepyrodiella*)、角茴香属(*Hypecoum*)、燥原芥属(*Ptilotrichum*)和四棱芥属(*Goldbachia*)。地中海区至热带非洲和喜马拉雅间断分布只含1属,为翼首花属(*Pterocephalus*)。

中亚分布及其变型共15属,占总属数的7.50%。本分布区类型中单种属较多,如扁蓿豆属(*Melilotoides*)、迷果芹属(*Sphallerocarpus*)、鸡娃草属(*Plumbagella*)等。

东亚分布及其变型共19属,占总属数的9.50%,以中国-喜马拉雅分布变型为主,其中微孔草属(*Microula*)含种数最多,有10种。

4)本区中中国特有分布属有13属,占总属数的6.50%。除合头菊属(*Syncalathium*)有2种外其余12属均是单种属。从生活型上可将13个特有属划分为一年生草本属和多年生草本属,其中一年生草本属有4属,为小果滨藜属(*Microgynoecium*)、羽叶点地梅属(*Pomatosace*)、辐花属(*Lomatogonopsis*)和颈果草属(*Metaeritrichium*);多年生草本属有9属,为高山豆属(*Tibetia*)、藏豆属(*Stracheya*)、舟瓣芹属(*Sinolimprichtia*)等。其中,新特有属2个,辐花属主要是在青藏高原隆起后形成的,羽叶点地梅属特产于中国西南和西北地区,是点地梅属(*Androsace*)在中国青藏高原东北部至青海新疆边界演

化而成的^[21-23]。

3.5 三江源国家公园种子植物种的地理成分分析

3.5.1 种的分布区类型 世界种数目庞大,至今没有明确的种的分布区类型划分方法,本研究在参照吴征镒先生关于中国种子植物属的分布区类型划分原则的基础上,根据种子植物的自然分布地区及三江源国家公园特殊的地理条件,现将公园内 832 种

种子植物分为 10 个类型及 9 个亚型(表 9)。对比属的 15 大分布区类型发现,两者有 10 个相同的分布区类型,但种的分布区类型缺少了 4. 旧世界热带分布类型,尽管该类型的属在本区有分布,但以该类型分布区范围为分布中心的种却没有出现。同时,在亚型方面两者也存在细微的差异。由此可见,在植物分布区类型划分方面,尽管属和种的分布区定

表 8 三江源国家公园种子植物属的分布区类型

Table 8 The genus areal-types of seed plants in Sanjiangyuan National Park

分布区类型 Areal-type	属数 Genus	占总属数 Of total genera/%
1. 世界分布 Cosmopolitan	32	—
热带分布 Tropical distribution	4	2.00
2. 泛热带分布 Pantrropic	3	1.50
4. 旧世界热带分布及其变型 Old World Tropics	1	0.50
4-1. 热带亚洲、非洲(或东非、马达加斯加)和大洋洲间断分布。Trop. Asia., Africa (or E. Afr., Madagascars) & Australasia disjuncted	(1)	(0.50)
温带分布 Temperate distribution	183	91.50
8. 北温带分布及变型 North Temperate	101	50.50
8-0. 北温带广布 Pan-North temperate	(68)	(34.00)
8-2. 北极-高山分布 Arctic-alpine	(6)	(3.00)
8-4. 北温带和南温带间断分布“全温带” N. Temp. & S. Temp. disjuncted. (“Pan-temperate”)	(25)	(12.50)
8-5. 欧亚和南美温带间断分布 Eurasia & Temp. S. Amer. disjuncted	(2)	(1.00)
9. 东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	2	1.00
10. 旧世界温带分布及变型 Old World Temperate	27	13.50
10-0. 欧亚广布 Eurasia	(23)	(11.50)
10-1. 地中海区、西亚(或中亚)和东亚间断分布 Mediterranea. W. Asia (or C. Asia) & E. Asia disjuncted	(1)	(0.50)
10-2. 地中海区和喜马拉雅间断分布 Mediterranea & Himalaya disjuncted	(2)	(1.00)
10-3. 欧亚和南部非洲(有时也在大洋洲)间断分布 Eurasia & S. Africa (Sometimes also Australasia) disjuncted	(1)	(0.50)
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia	12	6.00
12. 地中海区、西亚至中亚分布及变型 Mediterranea, W. Asia to C. Asia	7	3.50
12-0. 地中海区、西亚至中亚广布 Pan-Mediterranea, W. Asia to C. Asia	(6)	(3.00)
12-4. 地中海区至热带非洲和喜马拉雅间断分布 Mediterranea to Trop. Africa & Himalaya disjuncted	(1)	(0.50)
13. 中亚分布及变型 C. Asia	15	7.50
13-0. 中亚广布 Pan-C Asia	(5)	(2.50)
13-2. 中亚至喜马拉雅和我国西南分布 C. Asia to Himalaya & S. W. China	(8)	(4.00)
13-4. 中亚至喜马拉雅—阿尔泰和太平洋北美洲间断分布 C. Asia to Himalaya Altai & Pacific N. Amer. disjuncted	(2)	(1.00)
14. 东亚分布及变型 E. Asia	19	9.50
14-0. 东亚广布 Pan-E Asia	(3)	(1.50)
14-1. 中国-喜马拉雅分布 vSino-Himalaya (SH).	(16)	(8.00)
非中国特有属分布合计 Non-Chinese endemic genera	219	—
15. 中国特有分布 Endemic to China	13	6.50
合计(不含世界分布) Total(excluded the cosmopolitan)	200	100

表9 三江源国家公园种子植物种的分布区类型

Table 9 The species areal-types of seed plants in Sanjiangyuan National Park

	分布区类型 Areal-type	种数 Species	占总种数 Of total species/%
1. 世界分布 Cosmopolitan		10	—
热带分布 Tropical distribution		1	0.12
2. 泛热带分布 Pantropic		1	0.12
温带分布 Temperate distribution		352	42.82
8. 北温带分布及变型 North Temperate		50	6.08
8-0. 北温带广布 Pan-North temperate		(33)	(4.01)
8-2. 北极-高山分布 Arctic-alpine		(8)	(0.97)
8-4. 北温带和南温带间断分布“全温带” N. Temp. & S. Temp. disjuncted. (“Pan-temperate”)		(6)	(0.73)
8-5. 欧亚和南美温带间断分布 Eurasia & Temp. S. Amer. disjuncted		(3)	(0.36)
9. 东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted		3	0.36
10. 旧世界温带分布及变型 Old World Temperate		20	2.43
10-0. 欧亚广布 Eurasia		(17)	(2.07)
10-1. 地中海区、西亚(或中亚)和东亚间断分布 Mediterranea. W. Asia (or C. Asia) & E. Asia disjuncted		(2)	(0.24)
10-3. 欧亚和南部非洲(有时也在大洋洲)间断分布 Eurasia & S. Africa (Sometimes also Australasia) disjuncted		(1)	(0.12)
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia		28	3.41
12. 地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranea, W. Asia to C. Asia		9	1.09
13. 中亚分布及变型 C. Asia		117	(14.23)
13-0. 中亚广布 Pan-C Asia		(52)	(6.33)
13-1. 中亚东部(亚洲中部)分布 East C. Asia (or Asia Media), In Sinkiang (especially Kaschgaria), Kansu, Qinghai to Mongolia.		(21)	(2.55)
13-2. 中亚至喜马拉雅和我国西南分布 C. Asia to Himalaya & S. W. China		(44)	(5.35)
14. 东亚分布及变型 E. Asia		125	15.21
14-0. 东亚广布 Pan-E Asia		(13)	(1.58)
14-1. 中国-喜马拉雅分布 Sino-Himalaya (SH).		(106)	(12.90)
14-2. 中国-日本分布 Sino-Japan (SJ).		(6)	(0.73)
非中国特有分布合计 Non-Chinese endemic species		363	—
15. 中国特有分布 Endemic to China		469	57.06
合计(不含世界分布) Total(excluded the cosmopolitan)		822	100

义、性质和范围相同,但其分布中心却不一定吻合,各自的分布区不一定相同。

3.5.2 非中国特有分布的分析 在本区832种种子植物中,非中国特有分布成分共有363种,其中温带分布成分有352种,占总种数的42.82%,占非中国特有分布数的96.97%,在非中国特有分布成分中占优势地位。而热带成分仅有泛热带分布的1种,全世界广泛分布的有10种。这与本地区典型的高原大陆性气候和处于亚洲中部的地理位置密切相关。

东亚分布及其变型是本区种类最多的非中国特有分布,共计125种,占总种数的15.21%,是非中国

特有分布的重要成分。其中,中国-喜马拉雅变型成分有106种,占主导地位,该变型植物组成丰富,以多年生草本为主,如高原荨麻(*Urtica hyperborea*)和多刺绿绒蒿(*Meconopsis horridula*)等;一年生草本如星叶草(*Circaeaster agrestis*)和西藏附地菜(*Trigonotis tibetica*)等;矮小灌木如西藏沙棘(*Hippophae tibetana*)等。本类型的另一个变型是中国-日本分布,仅6种,如苣荬菜(*Sonchus arvensis*)等。

中亚分布及其变型是本区物种分布的重要组成部分,共有117种,占总种数的14.23%。其中广布

于中亚的有 52 种, 主要以莎草科和禾本科为主, 如高山嵩草 (*Kobresia pygmaea*)、暗褐薹草 (*Carex atrofusca*)、裸花碱茅 (*Puccinellia nudiflora*) 等。同时本区还分布许多生于高山灌丛草甸的灌木, 如高山绣线菊 (*Spiraea alpina*) 和刚毛忍冬 (*Lonicera hispida*) 等。本类型有 2 个变型, 为中亚东部分布变型及中亚至喜马拉雅和中国西南分布变型; 前者有 21 种, 包括黑边假龙胆 (*Gentianella azurea*) 和红棕薹草 (*Carex przewalskii*) 等, 是构成高山草甸的主要伴生成分; 后者有 44 种, 如紫花针茅 (*Stipa purpurea*)、线叶嵩草 (*Kobresia capillifolia*)、藏芥 (*Hedinia tibetica*) 等, 部分种是常构成高寒草甸和高寒草原的主要成分。

北温带分布及其变型有 50 种, 占总种数的 6.08%。典型成分有 33 种, 占本类型的 66.00%, 如刺檗 (*Berberis vulgaris*)、假水生龙胆 (*Gentiana pseudoaquatica*)、冰草 (*Agropyron cristatum*) 等, 多为高原典型植被的伴生种。该类型有 3 个变型, 北极-高山分布的有珠芽拳参 (*Polygonum viviparum*)、冰岛蓼 (*Koenigia islandica*)、轮叶马先蒿 (*Pedicularis verticillata*) 等 8 种, 这些植物适应本区严寒潮湿气候, 多见于林下、河边、山坡等地。北温带和南温带间断分布的有芥 (*Capsella bursa-pastoris*)、发草 (*Deschampsia cespitosa*) 等 6 种多年生草本植物, 它们都具有较广分布范围, 分布于北温带各地甚至达到南温带地区。欧亚和南美温带间断分布有 3 种, 其中弱小火绒草 (*Leontopodium pusillum*) 主要分布于高海拔地区的草地、盐碱地和石砾地。

温带亚洲分布类型有 28 种, 占总种数的 3.41%, 如西藏嵩草 (*Kobresia tibetica*)、赖草 (*Leymus secalinus*)、西北沼委陵菜 (*Comarum salesovianum*) 等, 其中西藏嵩草是常构成高寒沼泽草甸的主要建群种^[24]。

旧世界温带分布及其变型有 20 种, 占总种数的 2.43%, 以欧亚广布为主, 地中海区、西亚及东亚间断分布变型、欧亚和南部非洲间断分布变型为辅。欧亚广泛分布有 17 种, 如独行菜 (*Lepidium apetalum*)、平车前 (*Plantago depressa*)、披碱草 (*Elymus dahuricus*) 等, 多为一年生草本, 主要分布在山坡, 较短的生育期使得它们很好地适应三江源区短暂的暖季条件。

东亚和北美洲间断分布及地中海区、西亚至中亚分布较少。前者由十字花科念珠芥属的 3 种蝶果芥构成。后者有 9 种, 占总种数的 1.09%, 如花丽

早熟禾 (*Poa calliopsis*) 和白草 (*Pennisetum flaccidum*) 等。

3.5.3 中国特有种的分析 根据不同植物种的分布地区类型, 对本区 469 种中国特有植物种进行了分布亚型划分(表 10), 并结合分布种类数量和比例对本区的植物种进行比较分析。

在各亚型中, 占据突出地位的是西藏-四川-甘肃亚型(j), 有 65 种, 占本区总种数的 7.91% 和中国特有种的 13.86%。该亚型集中分布在西藏北部、四川西北部、甘肃南部和青海南部, 也是唐古特地区的核心类型, 同时也代表着青藏高原区系的温湿类植物的重要类型, 较重要的有肋果沙棘 (*Hippophae neurocarpa*)、马尿泡 (*Przewalskia tangutica*)、小大黄 (*Rheum pumilum*) 等, 这些植物集中分布在高原、山坡、河谷地带及林下, 多为伴生种类, 乔木及灌木类群较少。

西藏(a)和西南-西北亚型(r)都有 44 种, 占中国特有种的 9.38%。前者主要分布在西藏的北部, 多为耐寒性极强的多年生草本植物和高寒草甸植被的伴生种类, 也是本区植物分布于喜马拉雅山脉周围高山地区的典型代表类型。如西藏虎耳草 (*Saxifraga tibetica*)、菱叶大黄 (*Rheum rhomboideum*)、颈果草 (*Metaeritrichium microuloides*) 等。后者多为喜湿耐寒的植物, 较多为生态幅较广的种类, 如唐古红景天 (*Rhodiola tangutica*)、羌活 (*Notopterygium incisum*)、青藏大戟 (*Euphorbia altotibetica*) 等。

西南亚型(f)有 39 种, 集中分布于青海东南部、四川西部、西藏东部及云南西北部, 是横断山区成分在本区的延伸分布, 对本区区系特征的形成有重要影响。常见的有山生柳等 3 种灌木及以舟瓣芹 (*Sinolimprichtia alpina*) 为代表的多年生草本种类。

四川-甘肃亚型(i)有 29 种, 占中国特有种的 6.18%, 分布范围相对集中。虽然有祁连圆柏、短叶锦鸡儿 (*Caragana brevifolia*) 为代表的 5 种木本植物, 但是该亚型主要是以山地草甸和林下的中生草本为主。如短柄丛菔 (*Solms-Laubachia eurycarpa* var. *brevistipes*)、宽苞棘豆 (*Oxytropis latibracteata*)、雅江点地梅 (*Androsace yargongensis*) 等, 喜湿和耐旱的草本植物并存。

西藏-四川亚型(c)有 26 种, 占中国特有种的 5.54%。典型的有西藏花旗杆 (*Dontostemon tibeticus*)、羽叶点地梅 (*Pomatosace filicula*)、团状福禄草 (*Arenaria polytrichoides*) 等草本植物, 多生于高山流石滩, 为高山草甸的典型伴生种。

表 10 三江源国家公园种子植物中国特有物种的分布亚型

Table 10 The areal-subtypes of the Chinese endemic species of seed plants in Sanjiangyuan National Park

分布亚型 Areal-subtypes	种数 Species	占本类型比例 Of this type/%	占总种数 Of total species/%
15-1 三江源国家公园特有 Species endemic to the Sanjiangyuan national park	5	1.07	0.61
15-2 三江源国家公园与唐古特地区共有 Species common to the Sanjiangyuan national park and Tanggute Region	13	2.77	1.58
15-2a 三江源国家公园和青南高原共有 Species common to the Sanjiangyuan national park and S. Qinghai	21	4.48	2.55
15-2b 青海全境 Species common to X and Qilian Mt. area & S. Qinghai	23	4.90	2.80
15-3 三江源国家公园与中国其它地区共有 Species common to the Sanjiangyuan national park and others areas in China	407	86.78	49.51
a. 西藏(北部)或(西北部)N. Tibet or NE. Tibet	(44)	(9.38)	(5.35)
b. 四川(西部) W. Sichuan	(14)	(2.99)	(1.70)
c. 西藏-四川 Tibet and Sichuan	(26)	(5.54)	(3.16)
d. 西藏-云南 Tiber and Yunnan	(5)	(1.07)	(0.61)
e. 四川-云南 Sichuan and Yunnan	(4)	(0.85)	(0.49)
f. 西南(藏、滇、川) W. China(Tibet, Sichuan and Yunnan)	(39)	(8.32)	(4.74)
g. 甘肃或甘肃(南部) Gansu or S. Gansu	(22)	(4.69)	(2.68)
h. 西藏-甘肃 Tibet and Gansu	(18)	(3.84)	(2.19)
i. 四川-甘肃 Sichuan and Gansu	(29)	(6.18)	(3.53)
j. 西藏-四川-甘肃 Tibet, Sichuan and Gansu	(65)	(13.86)	(7.91)
k. 四川-甘肃-陕西 Sichuan, Gansu and Shaanxi	(4)	(0.85)	(0.49)
l. 四川-云南-甘肃-陕西 Sichuan, Yunnan, Gansu and Shaanxi	(1)	(0.21)	(0.12)
m. 西南-甘肃 SW. China and Gansu	(23)	(4.90)	(2.80)
n. 西南-甘肃-陕西 SW. China, Gansu and Shaanxi	(7)	(1.49)	(0.85)
o. 甘肃-陕西 Gansu and Shaanxi	(2)	(0.43)	(0.24)
p. 大西北(西北 5 省、藏北、内蒙古) NW. China (Qinghai, Gansu, Shaanxi, Ningxia, Xingjiang, Northern Tibet and Nei Monggol)	(12)	(2.56)	(1.46)
q. 西藏-新疆 Tibet and Xijiang	(7)	(1.49)	(0.85)
r. 西南-西北 SW. & NW. China	(44)	(9.38)	(5.35)
s. 西北-华北 NW. & N. China	(3)	(0.64)	(0.36)
t. 西南-西北-华北 SW., NW. & N. China	(18)	(3.84)	(2.19)
u. 北方(西北-华北-东北) N. China(Northwest, North and Northeast China)	(7)	(1.49)	(0.85)
v. 西南-西北-华中 SW., NW. & C. China	(2)	(0.43)	(0.24)
w. 西南-西北-华北-华中 SW., NW., N. & C. China	(4)	(0.85)	(0.49)
x. 北方-西南 N. & SW. China	(2)	(0.43)	(0.24)
x. 北方-西南-华中-华东 N., SW., C. & E. China	(4)	(0.85)	(0.49)
z. 北方-南方 Throughout mainland China	(1)	(0.21)	(0.12)
合计 Total	469	100.00	57.06

西南-甘肃亚型(m)是青藏高原区系向北部的一种延伸,共有 23 种种子植物,占中国特有物种的 4.90%。这些植物是以青海为中心向四周高原或山地地区分散分布的,多分布于山坡草地、砾石带、岩石缝隙及高山草甸,整体上这些植物海拔跨度极大,

是该亚型适应海拔高低变化不一的结果。除铺地小叶金露梅(*Potentilla parvifolia* var. *armerioides*)为灌木外,大部分植物都是多年生草本,如甘肃雪灵芝(*Arenaria kansuensis*)、芸香叶唐松草(*Thalictrum rutifolium*)、高原景天(*Sedum przewalskii*)等。

甘肃亚型(g)有 22 种。这些植物主要通过祁连山脉与甘肃地区产生联系,大都分布在甘肃南部,典型的有青海固沙草(*Orinus kokonorica*)和祁连山棘豆(*Oxytropis qilianshanica*)等,其中毛頬马先蒿(*Pedicularis lasiophrys*)是甘肃在本区的特有种。

大西北亚型(p)有 12 种,西北-华北亚型有 3 种,北方亚型 7 种,这些都表明了在本区的中国特有物种中,以华北地区为代表的中国北方区系成分在本区中所占比例较少,对本区区系形成的影响较小。表 10 中的中国横断山高山区系(15-3a~f)共有 132 种,占中国特有物种的 28.14%,是青藏高原高山植物在本区的典型代表,也决定了本区种子植物的基本分布特征,是对本区区系形成影响最深的成分。该园区有 5 种特有植物,分别是分布于澜沧江源园区的扎多点地梅(*Androsace alaschanica* var. *zadoensis*)、黄河源园区的藏北梅花草(*Parnassia filchneri*)、长江源园区的垫状蚓果芥(*Torularia conferta*)和白花丛生黄芪(*Astragalus confertus* forma *albiflorus*)及黄河源与长江源园区共有的矮尖瓣芹(*Acronema chinense* var. *humile*)。

4 结 论

(1)三江源国家公园共有种子植物 832 种,分属于 50 科 232 属。被子植物是园区植物资源的主要组成部分。长江源园区多台地和宽谷、湖泊、沼泽、雪山冰川,自西向东由高寒荒漠草原向高寒草原、高寒草甸过渡,生物多样性丰富,是三个园区中植物资源最多的区域。澜沧江源园区以高山峡谷地貌为主,多冰川雪山、冰蚀地貌,镶嵌分布有高寒草原、高寒草甸、高寒灌丛和森林,植物多样性仅次于长江源园区。三个园区共有种子植物 244 种。

(2)三江源国家公园以多年生草本为最多,一、二年生草本次之,灌木和乔木种类较少,草本植物占总种数 92.67%,其中很多种类为耐旱耐寒的垫状植物。

(3)三江源国家公园种子植物共有 50 个科。小科和中等科共 32 科,构成了科的主体;较大科和大科

虽然只有 12 科,但其含有的属和种非常丰富,是三江源国家公园种子植物的优势科。从科的分布区类型可以看出,本区世界广布科较多,有 31 科,温带分布科有 12 科,热带分布科仅有 7 科,可见该区系在科的分布区上除世界分布科外主要呈现为温带性质,主要原因应是本区处于北温带,整体上属于温带气候。

(4)三江源国家公园种子植物共有 232 属,单种属和小属占本区总属数的 84.91%,是构成园区属多样性的主要组成成分,其中单种属最多,占总属数的 46.98%。在属的分布区类型中, T/R(温带分布属/热带分布属)约为 45.75,表明该园区属的分布类型以温带性质为主。特殊的地理位置使得该园区具有许多与欧亚大陆相同的属,北温带分布及其变型达到 101 属,构成属的分布区类型的主要成分。

(5)三江源国家公园种子植物的种数有 832 种,主要可分为 469 种中国特有物种和 363 种非中国特有物种。在中国特有物种中,本区系与横断山高山区系共有植物 132 种,可见本区与横断山脉联系密切,是对本区区系形成影响最深的成分。北方区系成分在本区中所占比例较少,对本区区系形成的影响较小。本区的 5 种特有物种大多只适应本区独特的气候环境,只产于本地。在中国非特有物种中,东亚成分、中亚成分、北温带成分、温带亚洲成分和旧世界温带成分共有种子植物 340 种,占总种数的 41.36%,除中国特有物种外,它们对三江源国家公园种子植物区系特征的形成和区系基本性质的影响起到重要的作用。其中,中亚成分和东亚成分共计 242 种,占总种数的 29.44%,占温带成分的 68.75%,是温带成分的核心组成,在种的层次上体现出了三江源区位于亚洲中部、青藏高原腹部的地理位置。温带成分的高比例表明了本区系种子植物种主要来自于温带,集中分布于中亚地区和东亚地区。根据对本区系非中国特有物种的分布区类型分析,发现本区系种子植物在种的层次上表现为,以中亚成分和东亚成分为主,北温带成分、温带亚洲成分和旧世界温带成分等的共同参与和影响下形成明显的温带性质和特点。

参考文献:

- [1] 赵济. 中国自然地理[M]. 北京:高等教育出版社, 1995.
 [2] 李锡文. 中国种子植物区系统计分析[J]. 云南植物研究, 1996, (4): 3-24.
 LI X W. Floristic statistics and analyses of seed plants from

China [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1996, (4): 3-24.

- [3] DIKAREVA T V, MALKHAZOVA S M, RUMYANTSEV VY, et al. Effect of arid conditions on the distribution of poisonous plants in the regional biomes of Russia[J]. *Arid Ecosystems*, 2018, 8(1): 64-72.

- [4] HUANG J, MA K, HUANG J. Phyogeographical patterns of genera of endemic flora in relation to latitudinal and climatic gradients in China [J]. *Plant Systematics and Evolution*, 2017, **303**(6): 689-698.
- [5] RODRÍGUEZ M A, ANGUEYRA A, CLEEF A M, et al. Ethnobotany of the Sierra Nevada del Cocuy-Güicán: climate change and conservation strategies in the Colombian Andes [J]. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2018, **14**(1): 34.
- [6] YANG M, LU Z, FAN Z, et al. Distribution of non-native plant species along elevation gradients in a protected area in the eastern Himalayas, China [J]. *Alpine Botany*, 2018.
- [7] LI E G, HUANG Y M, CHEN H Y, et al. Floristic diversity analysis of the Ordos Plateau, a biodiversity hotspot in arid and semi-arid areas of China [J]. *Folia Geobotanica*, 2019: 1-12.
- [8] GANJURJAV H, GORNISH E S, HU G Z, et al. Temperature leads to annual changes of plant community composition in alpine grasslands on the Qinghai-Tibetan Plateau [J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2018, **190**(10): 585.
- [9] LUO J, NIU F J, LIN Z J, et al. Variations in the northern permafrost boundary over the last four decades in the Xidatan region, Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Journal of Mountain Science*, 2018, Vol. **15**(No. 4): 765-778.
- [10] 付梦娣, 田俊量, 朱彦鹏, 等. 三江源国家公园功能分区与目标管理 [J]. 生物多样性, 2017, **25**(1): 71-79.
- FU M D, TIAN J L, ZHU Y P, et al. Identification of functional zones and methods of target management in Sanjiangyuan National Park [J]. *Biodiversity Science*, 2017, **25**(1): 71-79.
- [11] 宋瑞玲, 王昊, 张迪, 等. 基于 MODIS-EVI 评估三江源高寒草地的保护成效 [J]. 生物多样性, 2018, **26**(2): 149-157.
- SONG R L, HAO H, ZHANG D, et al. Conservation outcomes assessment of Sanjiangyuan alpine grassland with MODIS-EVI approach [J]. *Biodiversity Science*, 2018, **26**(2): 149-157.
- [12] 乔慧捷, 汪晓意, 王伟, 等. 从自然保护区到国家公园体制试点:三江源国家公园环境覆盖的变化及其对两栖爬行类保护的启示 [J]. 生物多样性, 2018, **26**(2): 202-209.
- QIAO H J, WANG X Y, WANG W, et al. From nature reserve to national park system pilot: Changes of environmental coverage in the Three-River-Source National Park and implications for amphibian and reptile conservation [J]. *Biodiversity Science*, 2018, **26**(2): 202-209.
- [13] 蔡振媛, 覃雯, 高红梅, 等. 三江源国家公园兽类物种多样性及区系分析 [J/OL]. 兽类学报: 1-11 [2019-03-03]. <https://doi.org/10.16829/j.slxb.150215>.
- CAI Z Y, QIN W, GAO H M, et al. Species diversity and fauna of mammals in Sanjiangyuan National Park [J/OL]. *Acta Theriologica Sinica*, 1-11; 1-11 [2019-03-03]. <https://doi.org/10.16829/j.slxb.150215>.
- [14] 刘尚武. 青海植物志(第一卷) [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1997.
- [15] 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.
- [16] 吴征镒, 周浙昆, 李德铢, 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.
- 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, (3): 245-257.
- [17] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. 植物资源与环境学报, 1991, (S4): 1-139.
- WU Z Y. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1991, (S4): 1-139.
- [18] 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 [J]. 昆明: 云南科技出版社, 2006.
- [19] 段义忠, 李娟, 杜忠毓, 等. 毛乌素沙地天然植物多样性组成及区系特征分析 [J]. 西北植物学报, 2018, **38**(4): 188-197.
- DUAN Y Z, LI J, DU Z Y, et al. Analysis of biodiversity and flora characteristics of natural plants in Mu Us Sandy Land [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2018, **38**(4): 188-197.
- [20] 李冬琳, 邓双文, 邢福武, 等. 海南文昌维管植物区系特征分析 [J]. 植物科学学报, 2018, **36**(3): 309-319.
- LI D L, DENG S W, XING F W, et al. Analysis of the floristic characteristics of vascular plants in Wenchang Hainan [J]. *Plant Science Journal*, 2018, **36**(3): 309-319.
- [21] 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, (10): 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, (10): 144-150.
- [22] 吴征镒, 孙航, 周浙昆, 等. 中国植物区系中的特有性及其起源和分化 [J]. 云南植物研究, 2005, **27**(6): 577-604.
- WU Z Y, SUN H, ZHOU Z K, et al. Origin and differentiation of endemism in the flora of China [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2005, **27**(6): 577-604.
- [23] 吴玉虎, 史惠兰. 柴达木盆地及其毗邻山地植物区系研究 [J]. 西北植物学报, 2018, **38**(8): 1 542-1 552.
- WU Y H, SHI H L. The seed plant flora of the Qaidam Basin and its contiguous mountainous region in Qinghai Province [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2018, **38**(8): 1 542-1 552.
- [24] 马世鹏, 孙海群. 三江源自然保护区湿地种子植物区系分析 [J]. 青海大学学报(自然科学版), 2015, **33**(4): 17-24.
- MA S P, SUN H Q. Flora of seed plants in wetlands of the Sanjiangyuan Natural Reserve [J]. *Journal of Qinghai University (Natural Science Edition)*, 2015, **33**(4): 17-24.