

内蒙古白音敖包国家自然保护区 种子植物多样性及区系研究

黄泽东¹, 杨 森¹, 李建霞¹, 林秦文², 沐先运¹, 赵良成^{1*}

(1 北京林业大学 自然保护区学院, 北京 100083; 2 中国科学院植物研究所, 北京 100093)

摘 要: 通过野外实地调查, 结合标本鉴定和文献研究, 对内蒙古白音敖包国家级自然保护区种子植物多样性和区系特征进行了统计分析, 并对白音敖包自然保护区与周边 4 个地区(章古台、木兰围场、达里诺尔、乌斯吐)种子植物区系的相似性进行比较分析。结果表明: (1) 白音敖包自然保护区植物物种多样性较为丰富, 共有野生种子植物 72 科 261 属 526 种, 但多样性却表现出一定的脆弱性。(2) 在植物区系科的组成上, 主要有 8 个优势科; 属的组成则主要为单种属和寡种属, 共计 246 属, 占本区系总属数的 94.26%; 在生活型方面草本植物占绝对优势, 而在水分生态类型的分布上中生植物最多。(3) 在科、属的地理分布类型中, 温带成分占绝对优势, 区系温带性质明显; 而且区系成分具有一定的古老性, 但特有程度较低。(4) 该研究区与邻近 4 个植物区系的属相似性分析发现, 白音敖包自然保护区与达里诺尔的属相似系数最高, 与乌斯吐相似性较低。

关键词: 白音敖包; 沙地云杉; 植物区系; 种子植物

中图分类号: Q948.5 文献标志码: A

Study on Seed Plant Diversity and Flora in Baiyinaobao National Nature Reserve, Inner Mongolia

HUANG Zedong¹, YANG Sen¹, LI Jianxia¹, LIN Qinwen², MU Xianyun¹, ZHAO Liangcheng^{1*}

(1 College of Nature Reservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2 Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract: According to field investigation, specimens identification and literature survey, we studied and discussed the diversity and floristic characteristics of seed plants in the Inner Mongolia Baiyinaobao National Nature Reserve. Meanwhile, the comparison of flora similarity between Baiyinaobao and other four locations around (Zhangtutai, Mulan Poddack, Dalinuor and Wusitu) was analyzed. The results showed that: (1) There are 526 species of wild seed plants which belonging to 261 genera and 72 families in the Baiyinaobao Nature Reserve. The species richness was relatively high, but vulnerable. (2) For the family composition of the flora, there are eight dominant families, and for genus composition, there are 246 monotypic and small-sized genera which accounting for 94.26% of the total genera. For the life forms, herbs were predominant and for the water ecotypes, the mesophytes were most abundant. (3) For the areal-types, the temperate elements were dominant and the flora was remarkably characterized by temperate zone in nature. On the other hand, the origin of some elements of the flora was ancient, but the endemic was low. (4) Compared with other four floras around, Baiyinaobao has the highest genera similarity with Dalinuor, and has relative

收稿日期: 2013-11-09; 修改稿收到日期: 2014-01-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(J1103516); 内蒙古白音敖包国家级自然保护区科考项目(2012)

作者简介: 黄泽东(1986-), 男, 在读硕士研究生, 主要从事植物保护与利用研究。E-mail: zedonghuang2007@163.com

* 通信作者: 赵良成, 博士, 副教授, 主要从事植物系统分类及植物资源保护与利用研究。E-mail: zliangcheng@aliyun.com

low similarity with Wusitu.

Key words: Baiyinaobao; *Picea mongolica*; flora; seed plants

内蒙古白音敖包国家级自然保护区地处中国十大沙地之一——浑善达克沙地东北部边缘,其保护对象为独特的沙地云杉林。沙地云杉林是世界上非常罕见的陆地森林生态系统类型,仅分布于内蒙古森林草原西南端与浑善达克沙地东缘之间生态环境脆弱的白音敖包和锡林郭勒一带地区,其中主要集中在白音敖包自然保护区。

沙地云杉林由于其所处的特殊地理位置和生态环境,多年来受到极大关注。关于沙地云杉的分类地位问题一直存有较大争议:最早郑万钧在《中国植物志》(第七卷)^[1]和《中国树木志》(第一卷)^[2]中记载为红皮云杉(*Picea koraiensis* Nakai),后来,《内蒙古植物志》(第一版,第一卷)^[3]和周以良等^[4]又将其记载为白杆(*P. meyeri* Rehd. et Wils.);另有学者则认为沙地云杉是白杆的一个变种——蒙古云杉(*P. meyeri* var. *mongolica* H. Q. Wu)^[5];1994年,徐文铎等^[6]根据形态解剖、同工酶和核型分析以及生态地理分布等研究,将这一变种升级为新种沙地云杉[*P. mongolica* (H. Q. Wu) W. D. Xu]。近年来其它方面的一些证据也倾向支持这一观点^[7]。不论沙地云杉的分类地位如何,从植物地理分布上看,在气候干旱、风大多沙的浑善达克沙地边缘,出现了保存较为完好的天然云杉林,不仅具有很高的科学研究价值,而且对防治中国北方草地沙漠化,保护京、津地区周边的生态环境也有着重要的现实意义。

从植被类型和生态系统来看,白音敖包自然保护区不仅具有沙地云杉林,还有山杨林、白桦林、榆树疏林、多种灌木和亚灌木丛以及草原、草甸、河流、沼泽等景观,是具有丰富生物类型和物种多样性以及生态系统多样性的综合性自然保护区。以前对该保护区植物和植被的一些调查研究主要局限于沙地云杉林^[8-9],而作为一个完整的复杂生态单元尚没有对其植物多样性及区系特征做过系统的研究和分析。

本文在深入野外调查和采集鉴定的基础上,运用植物区系地理学基本原理和方法,比较系统地对白音敖包国家级自然保护区整个生态系统的种子植物多样性和区系特征进行了分析,目的在于揭示整个保护区的植物区系特点和植物多样性变化规律,为保护区及其周边沙地草原的生物多样性和环境保护提供科学依据,同时为认识沙地云杉林在当

地的演化过程及环境变迁提供相关基础资料。

1 研究地区自然条件概况

白音敖包沙地云杉自然保护区建于1979年,2001年升级为国家级自然保护区。保护区位于内蒙古自治区赤峰市克什克腾旗西北部(东经117°05'~117°20',北纬43°29'18"~43°36'42"),保护总面积为13 862 hm²。保护区地处大兴安岭山地向内蒙古高原的过渡地带,地势南高北低,平均海拔高度约1 350 m,以南部的白音敖包山为最高点(1 498.8 m)。整个保护区地形起伏不大,绝大部分为连续而不规整的垄状固定沙带,少部分为半固定沙地及零星分布的新月形沙丘,沙层厚度10~80 m不等。沙丘顶部和阳坡主要分布着沙质草原植被,沙丘间洼平地带分布着沙质草甸植被,沙丘阴坡分布着沙地云杉林及其它类型的森林、灌木丛等植被。保护区内有查干套海河和敖包河两条河流,在其两岸形成微弱的沼泽植被。保护区属寒温带半干旱大陆性季风气候,年平均气温-1.4℃,最低气温-30.7℃,无霜期为78 d。年均降水量448 mm,多集中在6~8月份,水热同期;年均蒸发量为1 526 mm,为年降水量的3.4倍。平均风速为3.8 m/s,最大风速达28 m/s,冬季多西北风,夏季多西南风。

2 材料和方法

2.1 植物采集及鉴定

于2011~2013年由北京林业大学和中国科学院植物研究所组织专业人员对白音敖包自然保护区分布的种子植物进行调查、采集和鉴定。调查、采集地点涵盖了保护区的大部分海拔范围(1 300~1 500 m)、5种主要植被类型(森林、灌丛、草原、草甸、沼泽)、主要地貌类型及局域隐性生境等。调查采用定点辐射状普查、线路普查、特殊生境重点调查相结合的方法,共获得植物标本(包括果实、种子标本)1 500余份,植物彩色照片13 000余张(约50G)。植物除现场鉴定外,标本通过专业解剖镜观察,查阅植物志及相关资料进行鉴定,照片通过查阅植物志并请中国科学院植物研究所专家鉴定。

2.2 区系分析及比较

区系分析中科的分布区类型根据吴征镒等^[10]对世界科的分布区类型的划分方法,属的分布区类

型根据吴征镒^[11]对中国种子植物属的分布区类型的划分方法。与其他 4 个自然保护区种子植物属的相似性系数比较采用 Sprensen^[12] 提出的公式计算:

$$S_s = [2C / (A + B)] \times 100\%$$

式中, S_s 为相似性系数; A, B 分别为两地区各自植物属数, C 为两地区共有植物属数。

植物生活型和水分生态型采用《内蒙古植被》^[13] 和《内蒙古植物志》(第二版)^[14-18] 的划分方法和类型。

3 结果与分析

3.1 种子植物区系的基本组成

经鉴定和统计, 白音敖包自然保护区野生种子植物共有 526 种, 分属 72 科、261 属。其中裸子植物有 3 科 5 属 6 种(郑万钧系统), 被子植物有 69 科 256 属 520 种(恩格勒系统)。两大植物类群所含科、属、种数及其在浑善达克沙地相应区系中所占比例见表 1。

白音敖包自然保护区位于浑善达克沙地东北部边缘, 自然区域属于该沙地的一部分。浑善达克沙地分布范围包括赤峰市的克什克腾旗, 锡林郭勒盟的阿巴嘎旗、多伦县、正蓝旗、太仆寺旗等 73 个乡镇(镇), 总面积 $7.1 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 区域内种子植物目前报道有 78 科 351 属 1 057 种^[19]。由表 1 可知, 在白

音敖包自然保护区种子植物区系中, 裸子植物占整个浑善达克沙地科数的 100%, 属数的 100%, 种数的 54.55%; 被子植物占整个浑善达克沙地科数的 92%, 属数的 73.99%, 种数的 49.71%。合计白音敖包自然保护区占整个浑善达克沙地种子植物科数的 92.31%, 属数的 74.36%, 种数的 49.76%。

3.2 科的统计分析

在植物区系地理中, 科作为高级分区的指标, 可以提供一定区域区系特征的总概况及与其它区系的联系和区系起源的线索等信息^[20]。根据各科所含种数的多少, 将白音敖包自然保护区种子植物的 72 个科分为以下 5 大类(表 2)。

由表 2 可知, 白音敖包自然保护区种子植物区系组成中, 单种科及小科构成了科的主体, 共计 52 科, 占总科数的 72.22%, 但属数和种数只占总属数的 26.82% 和总种数的 18.82%; 而大科和较大科虽然仅有 8 科, 占总科数的 11.11%, 但却占总属数的 46.74% 和总种数的 55.7%。

优势科通常指含种较多的科, 它们是构成相应植物区系种类组成的主体。对优势科的物种组成进行统计与分析, 有助于了解一个地区植物区系的性质、物种的丰富程度以及与相关区系的关系。8 个大科和较大科构成了白音敖包自然保护区种子植物的优势科, 按科所含种数从大到小顺序依次为: 菊科

表 1 白音敖包自然保护区种子植物类群的组成

Table 1 The composition of seed plants in the Baiyinaobao Nature Reserve

类别 Category	白音敖包自然保护区 Baiyinaobao Nature Reserve						浑善达克沙地 Hunshandake Sand		
	科 Family		属 Genus		种 Species		数量 No.		
	数量 No.	占浑善达克沙地 Of Hunshandake Sand/%	数量 No.	占浑善达克沙地 Of Hunshandake Sand/%	数量 No.	占浑善达克沙地 Of Hunshandake Sand/%	科 Family	属 Genus	种 Species
裸子植物 Gymnosperm	3	100	5	100	6	54.55	3	5	11
被子植物 Angiosperm	69	92	256	73.99	520	49.71	75	346	1 046
总计 Total	72	92.31	261	74.36	526	49.76	78	351	1 057

表 2 白音敖包自然保护区种子植物科的统计

Table 2 Statistics of seed plant families in Baiyinaobao Nature Reserve

	单种科 Single species	小科(2~5 种) Small (2~5 species)	中等科(6~20 种) Medium (6~20 species)	较大科(21~50 种) Larger (21~50 species)	大科(>51 种) Large (>51 species)
科数 No. of families	28	24	12	6	2
占总科数 Of total families/%	38.89	33.33	16.67	8.33	2.78
属数 No. of genera	28	42	69	61	61
占总属数 Of total genera/%	10.73	16.09	26.44	23.37	23.37
种数 No. of species	28	71	134	161	132
占总种数 Of total species/%	5.32	13.5	25.48	30.6	25.1

(Compositae, 80 种)、禾本科(Gramineae, 52 种)、豆科(Leguminosae, 33 种)、蔷薇科(Rosaceae, 33)、毛茛科(Ranunculaceae, 27 种)、莎草科(Cyperaceae, 24 种)、百合科(Liliaceae, 22 种)、蓼科(Polygonaceae, 22 种)。

3.3 属的统计分析

属内的分类学特征和生态学特性比科要更接近,因此,属的多样性分析,对于揭示某一地区的植物区系性质、阐明区系的特点具有重要意义^[20]。根据各属所含种数的多少,将白音敖包自然保护区种子植物 261 个属分为以下 4 大类(表 3)。

由表 3 可知,白音敖包自然保护区种子植物含种数>10 种的属有 4 属,包含 58 种,占总属数的 1.53% 和总种数的 11.03%,分别为蒿属(*Artemisia*)、蓼属(*Polygonum*)、风毛菊属(*Saussurea*)和苔草属(*Carex*);含 6~10 种的属有 11 属,包含 83 种,占总属数的 4.21%和总种数的 15.78%,如唐松草属(*Thalictrum*)、柳属(*Salix*)、酸模属(*Rumex*)、早熟禾属(*Poa*)等;含 2~5 种的属有 94 属,包含 233 种,占总属数的 36.02%和总种数的 44.3%,如毛茛属(*Ranunculus*)、糖芥属(*Erysimum*)、柃子属(*Cotoneaster*)、老鹳草属(*Geranium*)等;仅含 1 种的属有 152 属,包含 152 种,占总属数的 58.24% 和总种数的 28.89%,如百蕊草属(*Thesium*)、乌头属(*Aconitum*)、金莲花属(*Trollius*)、红门兰属(*Orchis*)等。

从属的组成来看,单种属和寡种属(含 2~5 种)最多,共计 246 属,占本区系总属数的 94.26%,所含的种数占本区系总种数的 73.19%。含有 5 种以上的属共有 15 属,占本区系总属数 5.74%,所含的种数占总种数的 26.81%。其中优势属有 4 个,分别为蒿属(17 种)、苔草属(17 种)、蓼属(13 种)和风毛菊属(11 种)。

3.4 植物生活型与水分生态型

3.4.1 植物生活型统计分析

植物生活型是不同物种对于相同生境进行趋同适应而形成的外貌上相同或相似的类型,通过生活型可以反映出植物与其

生境的关系。白音敖包自然保护区内种子植物的生活型可划分为乔木、灌木、半灌木、多年生草本、一年生或二年生草本和藤本等 6 种类型。

经统计生活型(表 4),白音敖包自然保护区内乔木共有 12 种,占总种数的 2.28%;灌木 40 种,占总种数的 7.6%;半灌木 13 种,占总种数 2.47%;多年生草本 360 种,占总种数 68.44%;一二年或二年生草本 92 种,占总种数 17.49%;藤本 9 种,占总种数 1.71%。

3.4.2 植物水分生态型统计分析

植物由于受外界生态因素的影响,逐渐演化出各种各样的形态和结构来适应所生长的环境,其中影响最大的是生长环境周围水分的供应状况。依据《内蒙古植被》^[13]对植物与水分关系的划分方法,参考《内蒙古植物志》(第二版)^[14-18]及相关资料对各植物生态型的描述,将白音敖包自然保护区种子植物水分生态型划分为以下 7 种类型(表 5)。

从表 5 可知,在保护区中,植物水分生态类型由水生到旱生的各个类型均占有一定比例。其中中生植物共计 261 种,所占比例最大,为植物总种数的 49.62%。若加上旱中生和湿中生种类,广义的中生植物则达到 346 种,占植物总种数的 65.78%。旱生、旱中生、湿生植物种类所占比例比较接近,分别为 11.98%、10.08%、10.65%。水生和寄生植物最少,各自占总种数的 0.76%。在这其中,广义旱生植物(包括中旱生)共 116 种,占总种数的 22.06%,而广义湿生植物(包括水生)共 60 种,占总种数的

表 3 白音敖包自然保护区种子植物属的统计

Table 3 Statistics of seed plant genera in Baiyinaobao Nature Reserve

属内种数 No. of species	1	2~5	6~10	>10	合计 Total
属数 No. of genera	152	94	11	4	261
占总属数 Of total genera/%	58.24	36.02	4.21	1.53	100
种数 No. of species	152	233	83	58	526
占总种数 Of total species/%	28.89	44.30	15.78	11.03	100

表 4 白音敖包自然保护区种子植物生活型特征

Table 4 Life form characteristics of seed plants in Baiyinaobao Nature Reserve

生活型 Life form	乔木 Arbor	灌木 Bush		草本 Herbs		藤本 Liana
		灌木 Bush	半灌木 Semi-shrub	多年生草本 Perennial herb	一、二年生或二年生草本 Annual or biennial herb	
种数 No. of species	12	40	13	360	92	9
占总种数 Of total species/%	2.28	7.6	2.47	68.44	17.49	1.71

11.41%。若以典型中生植物作为“分界线”，旱生、中旱生、早中生植物占总种数的 33.09%，湿中生、湿生、水生植物占总种数的 16.54%。

3.5 植物分布区的类型

3.5.1 科的地理分布类型 根据吴征镒等^[10]对世界科的分布区类型的划分，白音敖包自然保护区种子植物 72 个科的分布区类型如下(表 6)。

由表 6 可以看出，保护区种子植物的 72 个科被划分为 4 个类型，其中属于世界分布类型的最多，有 42 科，占整个保护区总科数的 58.33%；其次为温带分布，共有 19 科，占总科数 26.39%，如松科(Pinaceae)、榆科(Ulmaceae)、杨柳科(Salicaceae)等；泛热带分布有 11 科，占总科数 15.28%，如荨麻科(Urtiaceae)、檀香科(Santalaceae)、桑寄生科(Loranthaceae)等。

3.5.2 属的地理分布类型 植物属的地理分布类型比科更能具体反映植物的演化扩展过程、区域分异及地理特征。根据吴征镒^[11]对中国种子植物属的分布区类型的划分，白音敖包自然保护区种子植物 261 属可划分为 12 个类型(表 7)。

由表 7 可看出，白音敖包自然保护区种子植物的区系成分中，主要是北温带、世界分布、旧大陆温

带、温带亚洲分布的种类。其中，北温带类型占绝对优势，分别占保护区种子植物总属数的 49.04% 和总种数的 50.19%。具代表性的有蒿属(17 种)、凤毛菊属(11 种)、委陵菜属(*Potentilla*, 9 种)、柳属(8 种)、唐松草属(8 种)、葱属(*Allium*, 8 种)、棘豆属(*Oxytropis*, 6 种)、野豌豆属(*Vicia*, 5 种)等。北温带类型中有较多木本植物，其中落叶松属的兴安落叶松(*Larix gmelinii*)和云杉属的沙地云杉是本区系寒温性针叶林的主要建群成分。杨属的山杨(*Populus davidiana*)和桦木属的白桦(*Betula platyphylla*)等高大乔木为针阔混交林或落叶阔叶林的主要成分。绣线菊属(*Spiraea*)、柃木属(*Coto-*

表 6 白音敖包自然保护区种子植物科的分布区类型统计

Table 6 Statistics of areal-types of seed plant families in Baiyinaobao Natural Reserve

分布区类型 Areal-type	科数 No. of families	占总科数 Of total families/%
世界分布 Cosmopolitan	42	58.33
热带分布 Tropical	11	15.28
温带分布 Temperature	18	25
4. 旧世界温带 Old World Temperate	1	1.39
总计 Total	72	100

表 5 白音敖包自然保护区植物水分生态型特征

Table 5 Characteristics of water ecotypes of seed plants in Baiyinaobao Nature Reserve

生态型 Ecotype	旱生 Xerophytic	中旱生 Mesophytic-xerophytic	旱中生 Xerophytic-mesophytic	中生 Mesophytic	湿中生 Phlegmatic-syncope	湿生 Phlegmatic	水生 Aquatic	寄生 Parasitic
种数 No. of species	63	53	58	261	27	56	4	4
占总种数 Of total species/%	11.98	10.08	11.03	49.62	5.13	10.65	0.76	0.76

表 7 白音敖包自然保护区种子植物属的分布区类型统计

Table 7 Statistics of areal-types of seed plant genera in Baiyinaobao Natural Reserve

分布区类型 Areal-type	属数 No. of genera	占总属数 Of total genera/%	种数 No. of species	占总种数 Of total species/%
1. 世界分布 Cosmopolitan	46	17.62	137	26.05
2. 泛热带 Pantropic	8	3.07	11	2.09
3. 旧大陆热带 Old World Tropics	2	0.77	2	0.38
4. 热带亚洲(印度-马来西亚) Trop. Asia(Indo.-Malesia)	1	0.38	2	0.38
5. 北温带 North Temperate	128	49.04	264	50.19
6. 东亚和北美洲间断 E. Asia & N. Amer. disjuncted	7	2.68	9	1.71
7. 旧大陆温带 Old World Temperate	35	13.41	57	10.84
8. 温带亚洲分布 Temp. Asia	16	6.13	22	4.18
9. 地中海区、西亚至中亚 Mediterranean. W. Asia to C. Asia	5	1.92	7	1.33
10. 中亚 C. Asia	6	2.3	7	1.33
11. 东亚 E. Asia	5	1.92	6	1.14
12. 中国特有分布 Endemic to China	2	0.77	2	0.38
总计 Total	261	100	526	100

neaster)、虎榛子属(*Ostryopsis*)、鼠李属(*Rhamnus*)等为灌木层或灌丛的主要成分。针茅属(*Stipa*)、冰草属(*Agropyron*)、羊茅属(*Festuca*)、赖草属(*Leymus*)、委陵菜属等为草原建群成分。唐松草属、野豌豆属、风毛菊属等为林下常见成分。属于世界分布类型的也较多,分别占保护区植物总属数的 17.62%和总种数的 26.05%。具代表性的有苔草属(17种)、蓼属(13种)、堇菜属(*Viola*, 9种)、酸模属(*Rumex*, 7种)、早熟禾属(7种)、老鹳草属(6种)、黄耆属(*Astragalus*, 6种)、藜属(*Chenopodium*, 5种),这些属大多数为草本植物,在保护区内比较普遍,多生于草地及河边沼泽地。旧大陆温带分布类型分别占保护区植物总属数的 13.41%和总种数的 10.84%。其中,种类最多的是沙参属(*Adenophora*, 9种),是阔叶林下常见的伴生种类。温带亚洲分布类型分别占保护区总属数的 6.13%和总种数的 4.18%,多为单种属和寡种属,具代表性的有大黄属(*Rheum*)、轴藜属(*Axyris*)、瓦松属(*Orostachys*)、地蔷薇属(*Chamaerhodos*)、防风属(*Saposhnikovia*)、线叶菊属(*Filifolium*)等。

泛热带、东亚和北美洲间断、中亚、地中海区和西亚至中亚以及东亚分布类型在白音敖包自然保护区也有一定数量,泛热带类型常见的有大戟属(*Euphorbia*)、鹅绒藤属(*Cynanchum*)等;东亚和北美洲

间断类型常见的有短星菊属(*Brachyactis*)、大丁草属(*Leibnitzia*)等;中亚类型常见的有大麻属(*Canabis*)、蓝堇草属(*Leptopyrum*)、扁蓿豆属(*Melissitus*)等;地中海区和西亚至中亚类型则主要集中在十字花科,如花旗杆属(*Dontostemon*)、糖芥属(*Erysimum*)、念珠芥属(*Neotorularia*)、庭芥属(*Alyssum*)等;东亚类型常见的如败酱属(*Patrinia*)、黄鹌菜属(*Youngia*)等。

除此之外,在白音敖包自然保护区内,旧大陆热带及热带亚洲分布类型也各有 1 属,分别为槲寄生属(*Viscum*)和百蕊草属(*Thesium*),均为寄生性植物。中国特有分布属有 2 属,即兰科的兜被兰属(*Neottianthe*)和桦木科的虎榛子属。

3.6 与其它相邻植物区系成分的比较

相邻植物区系之间既有相互联系的一面,又有独立发展的一面,进行相似性比较不仅可以反映地区间植物区系的联系,也能够反映不同地区自然环境和演化历史的共同性程度或者关系的密切程度。

为了进一步探讨白音敖包沙地云杉自然保护区植物区系与相邻植物区系之间的联系以及相互关系的密切程度,将其与周边其它 4 个具有沙地、森林及草原生态且有较详细研究资料的自然保护区,即辽宁章古台、河北木兰围场、内蒙古达里诺尔和内蒙古乌斯吐(表 8),进行了属的相似性系数的比较(表 9)。

表 8 白音敖包自然保护区及周围 4 个保护区的地理、气候和植被

Table 8 Detail information of Baiyinaobao and other four Nature Reserves around

地区 Location	地理位置 Position	海拔 Elevation/m	地带性植被和气候 Zonal vegetation and climate
白音敖包 Baiyinaobao	117°05'~117°20'E 43°29'~43°36'N	1300~1498	沙地森林、草原植被,寒温带半干旱大陆性气候 Sand forest, grassland vegetation, cold temperate semi-arid continental climate
章古台 Zhanggutai	122°11'~122°30'E 42°37'~42°50'N	195~350	沙地森林、草原植被,中温带亚湿润半干旱大陆性气候 Sand forest, grassland vegetation, mid temperate sub-humid and semi-arid continental climate
木兰围场 Mulan Poddack	116°51'~117°45'E 41°47'~42°06'N	750~1892	森林、草原植被,中温带亚湿润大陆性气候 Forest, grassland vegetation, mid temperate sub-humid and continental climate
达里诺尔 Dalinuoer	116°22'~117°00'E 43°11'~43°27'N	1200~1500	沙地、草原植被,中温带半干旱大陆性气候 Sand, grassland vegetation, mid temperate semi-arid continental climate
乌斯吐 Wusitu	123°07'~123°25'E 43°38'~43°51'N	120~215	森林、草原植被,中温带半干旱大陆性气候 Forest, grassland vegetation, mid temperate semi-arid continental climate

表 9 白音敖包自然保护区与邻近 4 个保护区种子植物区系属的相似性系数比较

Table 9 The comparison of similarity coefficient of seed plant genera between Baiyinaobao and other four Natural Reserves

地区 Location	章古台 Zhanggutai	木兰围场 Mulan Poddack	达里诺尔 Dalinuoer	乌斯吐 Wusitu
对比区系总属数 Total genera	323	371	250	213
共有属 Shared genera	212	248	206	162
属相似性系数 Genera similarity coefficient/%	72.6	78.48	80.63	68.35

从表 9 可以看出,白音敖包自然保护区与内蒙古达拉诺尔自然保护区种子植物属的相似性程度最高,两者相似性系数达到了 80.63%,然后依次是河北木兰围场为 78.48%、辽宁章古台为 72.6%,相似性系数最低的是内蒙乌斯吐自然保护区,为 68.35%。

4 讨论

4.1 白音敖包自然保护区种子植物多样性

徐文铎等^[21]在对白音敖包自然保护区沙地云杉林生态系统进行研究的过程中,也曾对保护区的植物进行过采集和调查,名录列出保护区种子植物有 67 科 238 属 458 种(包括种下单位)。该调查由于开展于 20 世纪 80 年代,对一些植物种类的处理与现在有所不同,如名录中所列红柴胡(*Bupleurum scorzonerifolium*)的变种曲茎柴胡后来已被归并,驴耳风毛菊现在也已作为草地风毛菊(*Saussurea amara*)的异名;还有一些种类鉴定有误,如单子麻黄(*Ephedra monosperma*)应为草麻黄(*Ephedra sinica*),裂叶荆芥(*Nepeta tenuifolia*)应为多裂叶荆芥(*Nepeta multifida*)。本文在全面调查和采集的基础上,根据最新的植物志和相关资料,通过深入鉴定、对比,确定本地区共有种子植物 72 科 261 属 526 种,丰富和完善了前人的调查结果。

白音敖包自然保护区地处浑善达克沙地东部边缘,作为其组成的一部分,与整个浑善达克沙地相比,不仅地区面积很小(约为后者的 1/500),而且自然环境条件也相对更加单调和严酷,但其种子植物种类却占整个浑善达克沙地种子植物科数的 92.31%,属数的 74.36%,种数的 49.76%。从保护区的面积与物种的比例来看,白音敖包自然保护区的植物种类比较丰富,是浑善达克沙地植物多样性的重要组成部分。

尽管如此,由于白音敖包自然保护区本身自然条件比较严酷,再加上现代频繁的人类活动,直接或间接地影响当地植物种类的发展和延续,从而使保护区植物多样性也表现出一定的脆弱性,一经破坏,很难恢复。根据资料^[21],10 多年前调查名录中的一些植物,如白花驴蹄草(*Caltha naans*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)、草芸香(*Haplophyllum dauricum*)、黄莲花(*Lysimachia davurica*)、三花龙胆(*Gentiana triflora*)、肾叶鹿蹄草(*Pyrola renifolia*)、知母(*Anemarrhena asphodeloides*)等,本次调查都没有发现。

4.2 白音敖包自然保护区种子植物区系特征

由科的统计分析结果可知,白音敖包自然保护区的植物种类趋向于少数的大科和较大科,构成了本区系植物种的主体,优势科现象十分明显。前 4 大科分别为菊科、禾本科、豆科和蔷薇科,这与浑善达克沙地一致。这些科的种类大多分布在沙地和草地,生长在较为干旱的生境中,这在一定程度上也说明当地生态环境比较恶劣。同时,毛茛科在保护区种类也较多,有 12 属 27 种,成为第 5 大科。本科大多数种类分布在森林草原和沼泽地,生长在较为湿润的生境中,显示白音敖包自然保护区隐域性生境也较为丰富。

从属的组成来看,白音敖包自然保护区植物区系中属的分化程度较高,单种属和寡种属非常丰富,占有明显的优势,是本地区植物区系多样化的主要原因。这些单种属和寡种属的出现,是在由森林向草原再向沙地演化的特定条件下对环境长期适应的结果。

在生活型方面,保护区内草本植物占绝对优势,并组成以其为主的植被类型。其中,多年生草本又构成了草本植物的主体,反映出保护区草原植物群落种类组成的特征。值得一提的是,保护区内乔木有 12 种,种数虽少,但分布面积较大。其中,裸子植物的沙地云杉是保护区沙地的旗舰物种,构成了最大面积的针叶林;而被子植物白桦构成了保护区面积最大的阔叶林,白桦林也是保护区生物种类最丰富的植被类型。它们作为本地的顶极群落,对整个保护区的生态系统和区系演化有至关重要的影响。

在植物水分生态类型方面,保护区内由于有森林、灌丛、草原、草甸、沼泽等多种植被类型,并由此形成一定的隐域性生境,从而造成了物种生态型的多样化,由水生到旱生的各个类型均占有一定比例。但是,本地区由于处于寒温带半干旱的蒙古高原地区,同时,由于沙地起源于退化、沙化的草原,属于典型草原类型下的一种景观,所以仍保留典型草原的特征。故不论是典型中生还是广义中生(包括旱中生和湿中生)类型均占优势,而旱生植物在本区系也占有较大比重,达到 11.98%,仅次于中生类型,广义旱生(包括中旱生)类型比广义湿生(包括水生)类型也将近多一倍。

在植物科、属的地理分布类型上,从分析结果可以看出,主要有以下特点:(1)本区系地理成分较为复杂,在中国植物属的 15 个分布区类型中,白音敖包保护区有 12 个,体现了与其它地区区系有较为广

泛的联系。(2)从科的水平上看,虽然世界分布类型占较大比例,但其中除了一些生态幅度较广的科如藜科(Chenopodiaceae)、蓼科以及水生的科如眼子菜科(Potamogetonaceae)、香蒲科(Typhaceae)等以外,大部分科是主产温带的世界分布科,如菊科在保护区的35个属中,有30个属为温带分布类型,另外如蔷薇科、禾本科、莎草科、毛茛科这些大科也主产温带地区。从属的水平来看,北温带成分占绝对优势。加上旧大陆温带、温带亚洲、东亚和北美洲间断、东亚等其它温带分布类型,整个温带成分所占比例达到73.18%。这充分显示了白音敖包自然保护区植物区系的温带性质,也与本地区的地理位置和气候特征相吻合。除此以外,属于地中海区、西亚至中亚分布类型的花旗竿属、糖芥属、念珠芥属、庭芥属等十字花科植物在保护区分布广泛,成为本地区旱化、沙化草原的特征植物,说明保护区区系起源与亚洲中部到地中海区系有一定渊源。热带分布类型(包括泛热带、旧大陆热带及热带亚洲)共有11属,在保护区多为零星分布,对保护区的区系性质没有太大影响。(3)保护区区系成分具有一定的古老性。白垩纪以前就已经出现的古老裸子植物,在白音敖包保护区有松科、柏科、麻黄科等3科5属6种。被子植物中的古老类群也较多,如离生心皮类的毛茛科、小檗科(Berberidaceae)、芍药科(Paeoniaceae)以及柔荑花序类的桦木科、杨柳科等;此外,还有第三纪早期就有化石记录的榆科、卫矛科、鼠李科等^[22]。(4)保护区植物特有程度较低。保护区内无中国特有科,中国特有属仅有虎榛子属和兜被兰属2属。但沙地云杉是中国也是内蒙古的特有树种,是内蒙古东部沙地草原的旗舰树种,只天然分布在浑善达克沙地东部边缘,其中又集中分布在白音敖包自然保护区,这是长期自然历史发展和现代自然条件综合作用的结果。浑善达克沙地东部边缘沉积剖面的孢粉学证据表明^[23],全新世以来这一地区曾有白杆及油松针叶林盛期、蒙古栎阔叶林盛期和榆树疏林扩展期等演替历史。到了后期,受东亚季风及其变迁的影响,降水量逐渐减少,植被覆盖度不断降低,这一地区的沙化呈进一步增强的趋势^[24]。由此可以推测,近几千年来,受环境日益沙化、干旱的影响,油松林、蒙古栎林等逐渐从这一地区退出,而当地的白杆林则逐步演化为适应沙生环境的沙地云杉林。

4.3 与其它相邻植物区系相似性的比较

与其它植物区系进行比较的结果表明,白音敖包自然保护区与周边其它4个自然保护区种子植物属的相似性系数均超过了60%,说明它们具有相对一致或接近的区系形成与自然环境演变历史。但也有各自独立发展所形成的差异,其中相似性程度最高的是内蒙古达里诺尔自然保护区,然后依次是河北木兰围场、辽宁章古台、内蒙古乌斯吐自然保护区。

白音敖包自然保护区位于赤峰市克什克腾旗西北部,而达里诺尔国家级自然保护区位于克什克腾旗的西部,二者相距约80 km,地理位置比较靠近,海拔、气候及生态条件也相似,故两个保护区种子植物的总属数比较接近,属的相似性程度也最高,达到80.63%。但在沙地植被上,前者以沙地云杉林为主,后者以榆树林为主^[25],具有一定的差异。

木兰围场国家级自然保护区地处内蒙古和冀北山地的过渡地带,植物区系特征仍是典型的温带性质,北温带分布属占绝对优势^[26],因而与白音敖包自然保护区种子植物属的相似性系数也较高,为78.48%。但同时,木兰围场植物区系中的热带成分总共有46属,明显多于白音敖包,这是因为其地理纬度更为靠南,气候为温带、暖温带交汇区,与热带植物区系的渊源更为密切。另外,由于海拔高差较大,木兰围场的地形结构和植被类型明显要比白音敖包复杂和多样,因而其植物种类也更为丰富,比白音敖包多了110属。

章古台^[27]国家级自然保护区位于辽宁省西北部,自然区域属于科尔沁沙地南缘,地带性植被与白音敖包保护区类似,为沙地森林和草原,因而与白音敖包保护区属的相似性系数也较高。但章古台的纬度也靠南,其水热等自然条件比白音敖包保护区要好一些,故其植物种类也相对较多。

乌斯吐国家级自然保护区位于内蒙古通辽市科尔沁左翼中旗南部沙沼地区,在纬度上比白音敖包保护区更靠北,海拔高度仅为120~215 m,属风积冲积平原。它的植物区系成分也是以温带分布为主,但在组成的丰富程度上要比白音敖包低,而且有较多的盐生和盐中生成分^[28],因而造成二者属的相似性程度较低。

参考文献:

- [1] 郑万钧. 中国植物志(第7卷)[M]. 北京:科学出版社,1978:123—167.
- [2] 郑万钧. 中国树木志(第1卷)[M]. 北京:中国林业出版社,1983:218—220.
- [3] 马毓泉. 内蒙古植物志(第1版,第1卷)[M]. 呼和浩特:内蒙古人名出版社,1985.
- [4] 周以良,董世林,聂绍荃. 黑龙江树木志[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1986.
- [5] WU H Q(乌弘奇). A new variety of *Picea*[J]. *Bulletin of Botanical Research*(植物研究),1986,6(2):153—155(in Chinese).
- [6] XU W D(徐文铎),LI W D(李维典),ZHENG Y(郑 沅). A study on taxonomy of *Picea mongolica* in inner Mongolia[J]. *Bulletin of Botanical Research*(植物研究),1994,14(1):59—69(in Chinese).
- [7] CAI P(蔡 萍),WAN T(宛 涛),ZHANG H B(张洪波),*et al.* Pollen morphology comparison of *Picea mongolica* (H. Q. Wu.) W. D. Xu with its close relative species[J]. *Journal of Inner Mongolia University*(Nat. Sci. Edi.)(内蒙古大学学报·自然科学版),2009,40(6):685—670(in Chinese).
- [8] XU W D(徐文铎). Basic characteristics,existing problems and their solutions for spruce forest on sandland of Baiyinaobao Natural Reserve,Inner Mongolia[J]. *Chinese Journal of Ecology*(生态学杂志),1993,(5):39—44(in Chinese).
- [9] ZOU CH J(邹春静),XU W D(徐文铎),MA Y L(马永亮),*et al.* Study on characteristics of flora in *Picea mongolica* Forest[J]. *Inner Mongolia Forestry Science & Technology*(内蒙古林业科技),2006,32(2):1—4(in Chinese).
- [10] WU ZH Y(吴征镒),ZHOU ZH K(周浙昆),LI D ZH(李德铎),*et al.* The areal-types of the world families of seed plants[J]. *Acta Botanica Yunnanica*(云南植物研究),2003,25(3):245—257(in Chinese).
- [11] WU ZH Y(吴征镒). The areal-types of Chinese genera of seed plants[J]. *Acta Botanica Yunnanica*(云南植物研究),1991,(S,IV):1—139(in Chinese).
- [12] SPRENSSEN T A. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish Commons[J]. *Biologiske Skrifter Udgivet af det Kong elige Danske Videnskabernes Selskab*,1948,5(4):1—34.
- [13] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被[M]. 北京:科学出版社,1978.
- [14] 马毓泉. 内蒙古植物志(第2版,第1卷)[M]. 呼和浩特:内蒙古人名出版社,1998.
- [15] 马毓泉. 内蒙古植物志(第2版,第2卷)[M]. 呼和浩特:内蒙古人名出版社,1990.
- [16] 马毓泉. 内蒙古植物志(第2版,第3卷)[M]. 呼和浩特:内蒙古人名出版社,1989.
- [17] 马毓泉. 内蒙古植物志(第2版,第4卷)[M]. 呼和浩特:内蒙古人名出版社,1993.
- [18] 马毓泉. 内蒙古植物志(第2版,第5卷)[M]. 呼和浩特:内蒙古人名出版社,1994.
- [19] 张存厚. 浑善达克沙地种子植物区系研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2004.
- [20] 王荷生. 华北植物区系地理[M]. 北京:科学出版社,1997.
- [21] 徐文铎,刘广田. 内蒙古白音敖包自然保护区沙地云杉林生态系统研究[M]. 北京:中国林业出版,1998.
- [22] 中国科学院中国新生代植物编写组. 中国新生代植物[M]. 北京:科学出版社,1978.
- [23] LI S(李 森),SUN W(孙 武),LI X Z(李孝泽),*et al.* Sedimentary characteristics and environmental evolution of Otindag sandy land in Holocene[J]. *Journal of Desert Research*(中国沙漠),1995,15(4):323—331(in Chinese).
- [24] DONG Y X(董玉祥),LIU Y H(刘毅华). Study on the sand desertification process of Hunshandake sand land in recent 5000 years[J]. *Arid Land Geography*(干旱区地理),1993,16(2):40—48(in Chinese).
- [25] 乌仁格日乐. 达里诺尔自然保护区维管植物区系研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2008.
- [26] 赵建成,吴跃峰,李盼威. 木兰围场自然保护区科学考察集[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [27] 刘增力,岳建兵,宋铁芳. 辽宁章古台自然保护区生物多样性[M]. 北京:北京出版社,2009.
- [28] 王欣颖. 乌斯吐自然保护区植物区系及植被研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2011.