

河西山地绿洲荒漠植物群落 种群多样性研究

I 生态地理及植物群落的基本特征

王国宏¹, 任继周², 张自和²

(1. 中国科学院植物研究所植被数量生态学开放研究室, 北京 100093;

2. 甘肃省草原生态研究所, 甘肃 兰州 730020)

摘要:河西山地绿洲荒漠区包括祁连山北坡中段森林草原区, 张掖荒漠绿洲区和东大山森林草原区等3个地理地段, 海拔在1450~4200 m之间。近50年气候的变化趋势是20世纪60年代冬冷夏热春雨多; 70年代冬暖夏冷, 夏秋雨多; 80年代至本世纪末, 年平均气温偏低, 降水量增加。相应地, 祁连山发育的现代冰川今后将出现稳定乃至前进现象。黑河流量动态变化与降水量的变化趋势一致。主要植被类型有红砂荒漠、山地荒漠草原、典型草原、寒温性针叶林、高山灌丛及高山流石滩植被等。祁连山北坡产高等植物1064种。植物区系从区系特征上可以分为两个区系小区, 即祁连山北坡中段、东大山森林草原区和河西荒漠区。东大山与祁连山北坡中段属于同一个植物区系类型, 是一个年轻衍生的温带植物区系, 区系发生在晚第三纪至第四纪, 河西荒漠区是一个古老的植物区系。维管植物生活型谱组成中, 地面芽植物占优势, 其次是高位芽植物、一年生植物、隐芽植物和地上芽植物, 分别占60%、17.6%、11%、6.5%和4%。植物生活型谱表现出明显的垂直地带性变化格局。

关键词:祁连山北坡; 张掖荒漠绿洲区; 东大山; 生态地理特征; 植物群落类型; 植物区系; 植物生活型谱

中图分类号: Q948.158 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-5759(2001)01-0001-12

河西山地绿洲荒漠区是由祁连山北坡山地、走廊北山山地和走廊荒漠绿洲区组成的复合生态系统。地处青藏高原和蒙古高原的过渡地带, 地理景观独特, 生态气候条件复杂, 植物群落类型多样, 地貌气候及植物群落地域分异明显。其科学研究价值历来为学术界所关注, 并在冰川冻土^[1]、森林水文^[2~4]、气象^[5~6]、地质地貌^[7]、生物资源及区系^[8~10]等方面进行了卓有成效地研究。本区开发较早, 2000多年前西汉武帝出征西域, 移民屯垦, 揭开了河西的文明史^[11]。建国后, 工农业发展很快, 目前已成为甘肃省重要的商品粮基地和冶金、石油、钢铁工业基地。丰富的生物多样性资源是维持本区复合生态系统稳定和持续发展的基础。祁连山北坡发育的森林草原植被就像一个绿色水库, 涵蓄的水源是河西地区工农业生产和人民生活用水的主要来源。地带性荒漠植被红砂群落对防止土壤沙化和水土流失发挥着重要的作用。由于近百年来对资源不合理的开发利用(滥垦、滥伐及过度放牧等), 导致森林面积不断缩小, 自然植被遭到破坏, 生物多样性资源丧失严重; 生态系统功能失调, 森林涵养水源能力下降, 旱涝灾害、滑坡

收稿日期: 1999-12-30

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(39630250), 中国科学院知识创新工程项目(KSCX2-1-07)资助。

作者简介: 王国宏(1963-), 男, 甘肃民勤人, 副教授, 博士, 现在中国科学院植物研究所做博士后。

泥石流频繁发生,草地退化面积扩大,这一系列的生态灾难对河西的生存与发展构成严重的威胁。解放后,特别是改革开放以来,国家在本区相继设立了自然保护区,实行封山育林,生物多样性资源的丧失得到了初步的遏制。为了彻底扭转环境恶化的势头,达到社会经济与生态环境的持续发展的目标,深入开展本区生物多样性的基础研究,探讨系统退化与恢复机制,制定合理的社会发展战略将是十分紧迫的战略任务。种群是生态系统的—一个重要层次,植物群落种群多样性的变化非常复杂,它不仅受环境因子的影响,也与群落的历史、发育阶段、种群的生态幅度、种群间互动动态、土壤种子库动态和人类活动密切相关,弄清种群多样性的变化格局及其与各生态因子的关系,可为生物多样性的保护及山地绿洲荒漠复合生态系统高效农业经营等实践活动提供理论依据。本研究主要探讨山地绿洲荒漠复合生态系统植物群落种群多样性的变化规律。就本区植物群落种群多样性维持密切相关的生态地理因子及植物群落的基本特征进行初步的论述。

1 生态地理特征

样区位于东经 99°31'~100°51',北纬 38°14'~39°14'。南北长约 170 km,东西长约 50 km。样区从南到北依次由 3 个地理地段组成,即祁连山北坡中段寒温性针叶林、草原区,张掖荒漠绿洲区和东大山荒漠森林草原区。在中国地理区划中^[7],祁连山北坡属青藏高原区,张掖荒漠绿洲和东大山属西北干旱区阿拉善高原温带荒漠区。在中国气候区温度带划分中,分别属于高原亚寒带和中温带。

1.1 气候特点

祁连山北坡属青藏高原的东北边缘,俯瞰河西荒漠,气候条件既具高原气候特征又受荒漠气候的深刻影响,呈现高寒半干旱气候特征。太阳辐射强,气温低而年日较差大;降水集中,5~9 月占年降水量的 89.2%,年蒸发量达 1 081.7 mm;年日照时数 1 892.6 h,日辐射总量 110.208 KJ/(m²·d),年平均相对湿度 60%。本区地势陡峭,高差大,气候的垂直地带性特征十分明显。张掖祁连山水源林研究所在 1 620~3 800 m 海拔范围内设立气象观测站,进行了长期的定位观测。从 1973~1994 年近 22 年的观测资料看^[2],祁连山北坡气候呈现出明显的垂直变化规律。降水总的变化规律是海拔每升高 100 m,年降水量平均递增 4.99%。如图 1(根据资料^[2]作图)所示,在海拔 3 000 m 以下,

降水递增率呈高峰型;3 000~3 400 m 降水递增缓慢;3 400~3 600 m 降水又呈高峰型;当海拔超过 3 600 m 时,降水率递增缓慢,山顶呈下降态势;相同海拔高度阴坡平均年降水量比阳坡高 5.21%。以植被带为基准,综合考虑土壤气象各因子的垂直变化规律,祁连山北坡自下而上可划分 5 个垂直气候带:即浅山荒漠草原气候带、浅山干草原气候带、中山森林草原气候带、亚高山灌丛草甸气候带、高山冰雪植被气候带^[2]。

张掖荒漠绿洲基本在蒙古高压反气旋的西北风系控制下,气候干燥,寒暑冷热剧变,风大沙多,降水变率很大,蒸发量达 2 047.9 mm,日照丰富,全年日照达 3 000 h,具典型的亚洲中

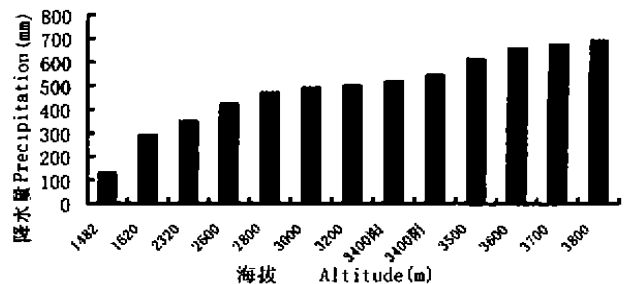


图 1 祁连山北坡降水量随海拔高度的变化

Fig. 1 The change of precipitation along the altitude gradient in sampling area

部荒漠气候特征。

东大山位于龙首山之中部,海拔 2 200~3 660 m 之间,南北分别与河西荒漠和阿拉山高平原荒漠相邻,山体四周为荒漠气候所包围,海拔 2 200 m 以下气候条件基本与周围荒漠一致,海拔 2 200 m 以上则呈现出一定的垂直气候带谱,其植被特征大致与祁连山北坡海拔 2 000~3 000 m 的植被一致,但气候明显较后者干燥。表 1 所列为 3 个地段主要气候因子。祁连山北坡中段、张掖荒漠绿洲及东大山现代气候条件有较大差异,但历史时期三地气候的变化规律有很大的一致性^[4]。最近 1000 年气候变化研究表明,祁连山经历了 7 个冷期和 6 个暖期,且冷期比暖期多 100 多年,气候总的变化趋势是偏冷的;1924 年以来为明显的冷期,今后相当一个时段冷干局面会变得更加严峻。康兴成(1992)对祁连山地区近 500 年的变化趋势研究也得出了类似的结论^[4]。就最近 50 年祁连山地区的现代气候的观测研究结果看^[5],本世纪 60 年代是冬冷夏热春雨多;70 年代冬暖夏冷,夏秋雨多;进入 80 年代,年平均气温偏低,降水量增加,夏秋雨多。

表 1 祁连山北坡(寺大隆)、张掖绿洲及东大山水热因子(根据资料[2,5,6]作表)

Table 1 Annual mean precipitation and temperature in sampling area

地名 place	平均降水量(mm) annual mean precipitation	年均温度 °C annual mean temperature	极端高温 °C extreme maximum temperature	极端低温 °C extreme minimum temperature	≥10 °C 积温 ≥10 °C accumulated temperature	观测时期 observation period
张掖 Zhangye	129.7	7	39.3	-33.7	2 730	1950~1983
寺大隆 Sidalong	433.6	0.6	39.1	-28.0	924.6	1973~1994
东大山 Dongdashan	212.0	0	38.6	-28.7	2 730	1950~1983

1.2 地貌特征^[16]及土壤类型

本区地理位置处在我国地貌三大阶梯中的第一阶梯往北向第二阶梯的过渡地带。具体地讲,祁连山北坡海拔在 2 000~4 500 m 之间,属于第一阶梯的东北边缘;河西走廊及其北山山地属第二阶梯。祁连山区自晚古生代初期以后,特别是白垩纪以后,一直以块断升降运动占优势,因而形成相间排列的许多北西西走向的狭窄地垒式山岭和宽阔地堑式谷地。河西走廊属于祁连山褶皱带的山前拗陷区,海拔一般在 1 500 m 左右,大部分为山前倾斜平原,具有内陆盆地的特点。河西走廊北山是阿拉善地块的边缘部分,基底为元古代的变质岩系,其上覆盖厚度不大的中下石炭系,局部拗陷中有侏罗纪以来的陆相沉积。东大海拔在 2 150~3 660 m 之间,是河西走廊北山的一部分,整个山脉呈北西西走向,东连龙首山,往西则为合黎山,南邻张掖盆地与祁连山相望,北部为平山湖草原。祁连山北坡及东大山森林草原区土壤类型主要有山地棕钙土、山地栗钙土、山地草甸草原土、山地灰褐土、高山草甸草原土、高山草原土、山地森林草原土、山地森林草甸草原土、沼泽土及高山寒漠土等。张掖荒漠区的土壤主要有棕漠土、灰棕漠土,是由沙砾质冲积物的母质在干旱条件下发育形成的地带性土壤。此外,在河流冲积平原上和湖盆低地上还有盐土、草甸土和沼泽土分布。

1.3 水文状况

黑河水系是本区主要的地表水,大气降水是水资源的总补给来源。黑河发源于青海省境内,是甘肃省最大的内陆水系。黑河长 800 余 km,共有大小支流 30 余条,流域面积约 7 000 km²。河流出山口后进入河西走廊平原,经内蒙古注入居延海^[7]。黑河是张掖绿洲工农业生产和人民生活用水的主要来源。黑河流量受降水量和气温的影响,其流量动态变化与降水量的变化趋势基本一致。如本世纪 50 年代降水偏丰,60 年代偏少,70 年代略高于正常年,相应地,水资源 50 年代偏丰,60 年代与 70 年代偏枯,80 年代有上升的趋势,温度主要是通过影响降水量和冰川消融量而间接地影响径流量^[8]。

地下水天然资源有 60%~90%是由地表水转化而来,河道、渠系和田间渗漏是地下水的主要补给。河西走廊平原区地下水储量丰富,据甘肃省地质局水文研究所估算,在平原区 300 m 含水层内,地下淡水的总储量达 7 000 亿 m³^[7]。但是,由于地表水利用效率提高和地下水的超过量开采,河西地区近几十年来地下水位普遍下降 3~10 m,个别地区达 20 m 以上。地下水位的普遍下降导致了严重的环境危机,主要表现在土地沙化面积扩大,自然植被大量死亡,大片珍贵的沙枣林和胡杨林枯死现象严重,生物多样性资源正受到日益严重的威胁。合理利用水资源,维持水量平衡和稳定,对本区生物多样性保护、植被恢复和荒漠化防治是极其重要的。

1.4 冰川动态

由温室效应引起的气候变化必将引起高山冰川资源的变化,最终导致径流及生态环境的变化。祁连山区的冰川共有 3 306 条,面积为 1 972.5 km²,祁连山雪线自东向西逐渐升高,东部冷龙岭最低,为 4 310 m,西部疏勒南山地区最高,可达 5 240 m。祁连山最大的山谷冰川是大雪山北坡的老虎沟 12 号冰川,长 12 km,面积 21.45 km²,冰川末端海拔高度为 4 250 m,融水注入疏勒河。高山冰川和冰川融水径流对高山地区的降水变化有多年调节作用,在多降水的年份,高山冰川能把大量固体降水贮存起来,而在高温年份,又可多释放一些冰雪融水,增加河川径流量,使河川径流量年际变化稳定^[7]。祁连山冰川变化趋势研究表明,20 世纪 70 年代中期,大多数冰川退缩幅度不大,且有逐年减缓的趋势。至 80 年代,祁连山西段冰川(以老虎沟 12 号冰川为代表),即将转入前进,中段(以“七一”冰川为代表)以基本接近稳定状态,东段冷龙岭地区冰川的缩减幅度也已大大减缓。冰川动态与气候变化密切相关,如果祁连山区气温偏低和降水偏多的气候持续到本世纪末或下世纪初,祁连山的冰川将出现稳定乃至前进现象^[1]。显然,全球性的气候变化有着极为明显的区域特征和相位差异。

2 植物群落的基本类型

在《中国植被》关于中国植被区划中^[12],河西走廊和东大山山地属阿拉善高原化荒漠半灌木荒漠区,祁连山北坡属东祁连山寒温性针叶林、草原区。在祁连山北坡中段样区,山地植被基本出现在海拔 1 900~4 200 m 的范围内,由于山地具有明显的垂直气候带,加之不同的坡向坡面生态条件的较大差异,因此,植被分布不仅具有明显的垂直地带性,而且不同坡向坡面植被类型也是泾渭分明,构成了一幅十分独特的生态景观。如在海拔 2 400~3 000 m 的中山区,阴坡、半阴坡是青海云杉林,而阳坡则是典型的草原,木本植物只有耐旱的狭叶锦鸡儿稀疏地散布其中。植被的垂直分布带主要有:

(1)荒漠草原带,海拔 1 470~1 300 m。是以地带性植被红砂组成的荒漠,群落优势种有盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、台头草(*Sympegma regelii*)及一年生草本碱蓬(*Suaeda glauca*)、小

画眉草(*Eragrostis poaeoides*)等。在有季节性径流处或路边出现芨芨草(*Achnatherum splendens*)、盐生草(*Halopteron glomeratus*)和中亚紫菀木(*Asterothamnus centralasiaticus*)。在地下水位较高的地带则出现盐渍化草甸,主要植物有盐角草(*Salicornia europaea*)、芦苇(*Phragmites communis*)、盐爪爪、黄戴戴(*Halerpestes ruthenica*)、碱茅(*Puccinellia micrandra*)、海韭菜(*Triglochin maritimum*)等。

(2)山地荒漠草原带,海拔 1 900~2 300 m。由于祁连山北坡毗邻荒漠,荒漠植被类型在浅山区有广泛的分布,并形成—个山地植被与荒漠植被的过渡带。荒漠成分主要由旱生灌木、半灌木及草本植物组成,群落的建群种有盐爪爪、珍珠(*Salsola passerina*) (东大山)、红砂(*Reaumuria soongorica*)、合头草以及短花针茅(*Stipa breviflora*)等;山地成分如小叶金露梅(*Potentilla parvifolia*)、西北栒子(*Cotoneaster zebellii*)、狼毒(*Stellera chamaejasme*)等生于较阴湿坡地。荒漠与山地的交汇地带荒漠植物种类与山地种类替代明显,蝗虫种系在山地向荒漠的过渡中同样存在明显的种系替代现象。在野外调查中注意到了 2 种蝗虫:一种是翅膀为红褐色,体色为褐色的红翅皱膝蝗(*Angaracris rhodopa*),出现在森林草原区;第二种是翅膀和体色均为黑灰色的狭翅蝗(*Chorthippus dubius*),出现在山地荒漠过渡区中。植物和昆虫种系之间明显的替代现象,可能就是生态梯度变化交替最直接的证据。

(3)山地典型灌丛草原带,海拔 2 300~2 800 m。狭叶锦鸡儿(*Caragana stenophylla*)、灌木亚菊(*Ajania fruticulosa*)、蒙古莢(*Caryopteris mongolica*)、华北驼绒藜(*Ceratoides latens*)及短花针茅等组成的半灌木群落生长于陡峭的石质阳山坡;半阳坡则为金露梅(*Potentilla fruticosa*)、西北栒子、刚毛忍冬(*Lonicera hispida*)及甘青针茅(*Stipa przewalskii*)、紫花针茅(*Stipa purpurea*)、狼毒、乳白香青(*Anaphalis lactea*)、火绒草(*Leontopodium leontopodioides*)所组成的灌丛草地占据。沟谷阴湿地带出现由鲜黄小檗(*Berberis diaphana*)、水栒子(*Cotoneaster multiflorus*)及甘青锦鸡儿(*Caragana tangutica*)组成的灌丛;爬地柏(*Sabina vulgaris*)在东大山常呈团块状生长在干旱山坡,在祁连山北坡则出现在青海云杉林下至林缘地带。爬地柏以其匍匐茎上的不定根繁殖,横走的匍匐茎也是其种群扩张的主要构件。林下爬地柏向林外草原扩散的距离达 7~12 m,如果这一趋势发展下去,阳山坡草地将有可能为爬地柏组成的木本地被物所占据,这对阳坡水土保持具有重要意义。

(4)寒温性针叶林带,海拔 2 450(东大山 2 600 m)~3 200 m。祁连山北坡 2 700~3 300 m 的阳坡、半阳坡出现灌木祁连圆柏林,由于林冠层郁闭度较低,约 0.3 左右,林内透光较好,林分的乔灌草层次十分鲜明。乔木层为祁连圆柏(*Sabina przewalskii*),灌木层由蒙古绣线菊(*Spiraea mongolica*)、银露梅(*Potentilla davurica*)、金露梅、鬼箭锦鸡儿(*Caragana jubata*)等混交;林下的草本植物层有苔草(*Carex* sp.)、柳兰(*Chamaenerion angustifolium*)、紫堇(*Corydalis bungeana*)等。东大山海拔 3 000~3 300 m 的陡峭阴坡也有小片的祁连圆柏林,林分结构十分单一,郁闭度约 0.3,林下基本为全透光状态,林内除了祁连圆柏外再无其它植物生存,林地有土壤流失现象,地表腐殖质层很薄。在此严酷的条件下,其它植物难以立足,但祁连圆柏不仅能够顽强生长,而且天然更新良好,在 100 m² 的样方内,3 m 以上的大树 21 株,3 m 以下的幼树 20 株。由于水分状况的差异,同是祁连圆柏林,在祁连山北坡和东大山却有不同的林分结构。表 1 所示,祁连山北坡的水分条件明显优于东大山。两地水分状况的差异在青海云杉(*Picea crassifolia*)林分结构以及更新上也表现的十分突出。青海云杉林在祁连山北坡分布在

海拔 2 450~3 200 m 范围内,在东大山,其垂直分布下限上升了约 200 m,主要分布于 2 670~3 100 m 范围内。东大山由于气候干燥,林下苔藓层发育很薄或呈团块状分布,青海云杉天然更新良好,如在 100 m² 的样方内,3 m 以上的大树 8 株,1.3~1.5 m 的幼树有 17 株;相反,分布于祁连山北坡的苔藓青海云杉林,由于林内湿度大,形成了 20~30 cm 厚的苔藓层,种

表 2 样区主要植物群落类型及其生境

Table 2 Main plant community types and their habitats in sampling area

植物群落 Community types	海拔 Altitude (m)	坡向/坡度 Sloping direction/grade	土壤类型 Soil types
1 青海云杉林 <i>Picea crassifolia</i> forest	2 450~3 200	N/20~28	森林灰褐土
2 祁连山圆柏林 <i>Subina przewalsku</i> forest	2 700~3 300	SW/30	森林灰褐土
3 金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosu</i> shrubland	2 450~3 700	N,SW,S/20~35	高山草甸土
4 鬼箭锦鸡儿+山生柳灌丛 <i>Caragana jubata</i> + <i>Salix ortrepha</i> shrubland	3 190~3 800	N,SE/30~35	高山草甸土
5 银露梅灌丛 <i>Potentilla davurica</i> shrubland	2 400~2 850	N,SW/25	高山草甸土
6 狭叶锦鸡儿灌丛 <i>Caragana stenophylla</i> shrubland	2 300~2 800	SE/15~25	栗钙土
7 山杨林 <i>Populus davidiana</i> forest	2 300~2 150	NW/20	灰褐土
8 线叶柳河谷林 <i>Salix wilhelmsiana</i> forest	2 350		河滩地
9 水柏枝灌丛 <i>Myricaria squamosa</i> shrubland	1 500~2 350		河滩地
10 灌木亚菊+蒙古菴灌丛 <i>Ajania fruticulosa</i> + <i>Caryopteris mongolica</i> shrubland	2 300~2 700	S/25~35	石质山坡
11 甘青针茅草原 <i>Stipa przewalsku</i> grassland	2 200~2 500	S,SE/10~15	干旱阳山坡,栗钙土
12 紫花针茅草原 <i>Stipa purpurea</i> grassland	2 500~2 800	S,SE/20~25	阳山坡,栗钙土
13 克氏针茅草原 <i>Stipa krylovu</i> grassland	2 800~2 900	SE/25	半阳坡,栗钙土
14 水母雪莲植被 <i>Saussurea medusa</i> vegetation	3 800~4 200		高山流石滩
15 白刺+盐爪爪灌丛 <i>Nitraria sibirica</i> + <i>Kalidium foliatum</i> shrubland	1 700		山前戈壁,棕钙土
16 盐爪爪+碱蓬群落 <i>Kalidium foliatum</i> + <i>Suaeda glauca</i> community	1 700~2 000		山前冲击扇戈壁,棕钙土
17 珍珠荒漠 <i>Salsola passerina</i> desert	2 100~2 300		东大山山前冲击扇戈壁,棕钙土
18 合头草荒漠 <i>Sympegma regelii</i> desert	1 550		东大山南滩戈壁,棕钙土
19 红砂荒漠 <i>Reaumuria soogorica</i> desert	1 700~1 900		山前冲击扇戈壁,棕钙土
20 黄蒿+盐生草群落 <i>Artemisia serparia</i> + <i>Halogeton arachnoides</i> community	1 500		流沙地
21 盐渍化草甸 Salinized grassland	1 470~1 500		荒漠盐土

子落下后接触不到土壤,难以生根发芽,林下几乎无更新幼树。青海云杉林由于海拔高度和林分郁闭度的不同,发育形成了不同的群丛。主要有灌木青海云杉林(郁闭度 0.3~0.4,海拔 2 450~2 800 m)、苔草青海云杉林(郁闭度 0.5,海拔 2 450~2 700 m)、藓类青海云杉林(郁闭度 0.6,海拔 2 800~3 200 m)。2 900 m 以上的青海云杉林林窗较多,林窗处多为鬼箭锦鸡儿和红北极果(*Arctous ruber*)组成的垫状灌丛占据。

(5)高山灌丛草甸带,海拔 3 200~3 800 m。祁连山北坡青海云杉林上限至 3 800 m 是由鬼箭锦鸡儿和山生柳(*Salix oritrepha*)组成的高山灌丛。东大山青海云杉林上限至 3 500 m 主要是由山生柳组成的高山灌丛,伴生种有鬼箭锦鸡儿、金露梅。在 3 500 m 至东大山最高峰(海拔 3 600 m)是由蒿草(*Kobresia bellardii*)、苔草组成的亚高山草甸,总盖度达 90%以上,群落伴生种有小花棘豆(*Oxytropis glabra*)、二裂委陵菜(*Potentilla bifurca*)、火绒草等。

(6)高山亚冰雪稀疏植被带,海拔 3 800~4 200 m。地表土是由冰渍物和风化的岩屑形成的高山寒漠土,发育着由垫状植物如甘肃蚤缀(*Arenaria kansuensis*)、垫状繁缕(*Stellaria decumbens* var. *pulvinata*)、红景天(*Rhodiola rosea*)等组成的盖度很低的植被,风化流石滩上则生长着水母雪莲(*Saussurea medusa*)。动物主要有马鹿(*Cervus elaphus*)、白唇鹿(*Cervus albirostris*)、马麝(*Moschus sifanicus*)、狍(*Capreolus capreolus*)、岩羊(*Pseudois naiyaur*)、猞猁(*Felis lynx*)、豺(*Cuon alpins*)、狼(*Canis lupus*)、狐(*Vulpes vulpes*)、雪豹(*Felis uncia*)^[8]。鸟类较多,约有 80 种,较珍贵的有蓝马鸡(*Crossoptilon auritum*)、雪雉(*Ithaginis cruentus*)、斑尾榛鸡(*Tetrastes sewerzowi*)等。祁连山北坡由于人为活动频繁,对动物栖息生境干扰较大,大型动物难见踪迹。东大山林区面积虽小,但近年来保护较好,保护区内设立了 5 个保护站,区内无农牧民居住,动物种群数量较多,在野外调查中曾数次遇见由 5~7 只个体组成的岩羊种群。

3 物种编目及植物区系特征

3.1 物种编目

物种编目是生物多样性研究的基础。在迄今生物多样性科学研究惟一的国际性项目 DIVERSITAS 中,将系统学的编目与分类列为生物多样性研究的 5 个核心内容之一。物种编目的重要性再一次为国际社会强调,如“系统学议程 2000”就是旨在完成 2000 年已知物种的索引^[14]。建国后随着《中国植物志》、《中国沙漠植物志》的编著,祁连山北坡、河西走廊及北部山区植物资源的调查工作曾先后进行过多次。张掖祁连山水源林研究所于 1980~1984 年对该区植物资源进行了较为详细的调查,初步整理出该区产高等植物,包括栽培种约 1 044 种,并编写了高等植物名录(油印本)。1995 年笔者在进行祁连山北坡植物区系研究工作时,鉴定了大量产于本区的高等植物标本,发现了一些类群的新分布纪录,并参阅了许多关于本区植物研究的文献,在此基础上,对该区高等植物名录进行了订正,整理出高等植物约 1 064 种(不含栽培种)。因此,目前虽然无正式出版的关于本区的植物志,但植物种类已基本搞清。诚然,关于本区植物种类的分布格局、种群动态及数量的调查研究还是很初步的,尚需做深入的研究。

3.2 植物区系特征

本区植物区系从区系特征上可以分为两个区系小区,即祁连山北坡及东大山森林草原区和河西荒漠区。祁连山北坡及东大山无论在地理上还是在生态上,均是间断的,但由于二者距离较近,直线距离约 70 km,存在物种迁移的可能性。从二者生物区系成分看,二者植被类型及植物区系组成也基本是相同的^[9],如东大山森林草原区分布的各主要植物群落类型和 39 种群

落建群种、优势种在祁连山北坡植物区系中全有;东大山自然保护区鸟类区系调查结果表明(张掖东大山自然保护区资料汇编,油印本),鸟类区系在海拔 2 700 m 以上与青藏高原关系密切,尤其与祁连山鸟类区系关系更为密切,与东北泰加林关系密切的鸟类分布于祁连山也分布于东大山,凡是东大山与祁连山所共有的留鸟,在两山之间均无亚种替代现象。因此,东大山与祁连山北坡属于同一个生物区系类型。祁连山北坡植物区系研究表明^[9],维管植物 83 科 394 属 1 064 种,其中蕨类植物 7 科 13 属 4 种、裸子植物 3 科 5 属 9 种、被子植物 61 科 305 属 857 种。北温带分布科是植物区系的核心,主产地中海—中亚的科地位突出,是本区植物区系组成的一个重要组成成分。祁连山北坡产 381 属科归为 13 个分布区类型,其中北温带属占绝对优势,起源于地中海沿岸的其它温带属对区系也有较大影响;建群种的区系成分以唐古特成分、青藏高原特有成分及北极高山成分占优势,此外旧世界温带成分及亚洲温带成分在本区的河谷地带也有广泛的渗入。祁连山北坡是一个温带植物区系。从植物区系的起源演化动态看,祁连山北坡植物区系具年轻和衍生的特点、区系发生在晚第三纪至第四纪,由起源地侵入演化是植物区系发生的主要途径。

河西荒漠在我国荒漠植物区系分区中属阿拉善地区,植物区系中特有种多,如蒙古亚葱(*Allium mongolicum*)、柠条(*Caragana korshinskii*)、戈壁霸王(*Zygophyllum gobicum*)、斑种草(*Ephedra rhytidosperum*)等,此外还有许多单种属和寡种属,许多类群具有古老残遗特征。本区是一个古老的植物区系,第三纪就已基本形成,区系成分除就地发生或残遗成分外,与地中海区系、中亚区系也有一定的关系^[10]。

祁连山北坡和东大山与河西荒漠近在咫尺,植物区系性质及区系成分既有明显的差别又有千丝万缕的联系。造成这一现象的根源除了现代生态气候条件的区域差异外,还有古地理古环境变迁的渊源。我国荒漠地区从上古生代已是大陆,此后虽经历海侵海退,地貌的隆起等古环境变迁,但现代地貌结构中红黄色大陆性戈壁层、白垩纪及第三纪沉积中厚达 1 m 的石膏夹层以及荒漠土壤的强烈石膏化都证明亚洲荒漠的古老性,第三纪就已存在于干旱气候^[11];而祁连山北坡地貌及现代气候条件则是在青藏高原隆起后形成的,至第三纪更新世,现代地貌格局才初步形成,地貌的隆升过程一直持续到第四纪^[16]。第三纪古亚热带发育的植物区系在高原的隆起和气候的巨变中退出历史舞台,代之而来的是适应高原气候条件的年轻类群的繁荣,地貌及气候条件的相对年轻决定了植物区系的年轻性。另一方面,祁连山北坡植物区系与荒漠植物区系之间也存在着密切的联系。具体表现在荒漠成分在森林区具荒漠气候特征的小生境中有广泛的渗透和分布。荒漠植物区系成分如木本猪毛菜(*Salsola arbuscula*)、木霸王(*Zygophyllum xanthoxylum*)、裸果木(*Gymnocarpus przewalskii*)等常出现在祁连山北坡和东大山干热河谷及干旱山坡地带,它们可能是地貌隆起过程中荒漠成分的残遗。此外,青藏高原荒漠带与中亚荒漠植物区系研究表明,青藏高原荒漠带与中亚荒漠是联系在一起的,同属于中亚荒漠区^[13]。如驼绒藜既出现在中亚荒漠中也出现在青藏高原高寒荒漠中,表明了中亚荒漠与青藏高原高寒荒漠的联系,但在祁连山西段的海拔 4 000 m 以上的高山带严酷生境中,出现了高原隆起后的衍生类群垫状驼绒藜(*Ceratoides lutens* var. *longipilosa*)荒漠,表明了植物在环境的巨变中种系的更替与演化。祁连山北坡和东大山与河西荒漠现代植物区系格局的形成,既有历史成因又有生态成因。

4 植物群落生活型谱垂直地带性格局

植物的生活型是植物与环境长期互作的结果。植物在适应环境的过程中,不仅形成了与环境条件相适应的生活史对策,而且也表现出特定的生活型外貌。植物在特定环境条件下形成的生活史对策和生活型外貌特征就是对植物所生存环境状况的直接反映。植物的生活史对策和生活型外貌之间存在着密不可分的关系,植物生活型变化格局,在一定程度上也反映了植物适应环境的生活史对策取向。研究群落生活型变化格局,对揭示群落性质将提供有价值的证据。祁连山北坡维管植物生活型研究表明^[9],该区植物区系组成中地面芽植物占优势,其次是高位芽植物、一年生植物、隐芽植物和地上芽植物,分别占 60%、17.6%、11%、6.5%和 4%。祁连山北坡中段、东大山及河西荒漠地区地理范围较小,但地貌气候条件复杂多样,气候及植被地理分异格局的形成虽有水热经纬变化的内涵,但仍以海拔的垂直变化为主导。为了进一步探索本区植物群落的地域分异规律,对植物群落生活型垂直地带性变化格局进行了分析。利用 Ranukiaer (1935) 植物生活型划分原则,对不同海拔植物生活型进行了统计,并就每一种生活型的海拔梯度分布做了趋势图(图 2)。本区植物群落有 5 种生活型,即高位芽植物(Ph)、地上芽植物(Ch)、地面芽植物(H)、隐芽植物(C)和一年生植物(T)。根据本区植物群落层次特点,高位芽植物又根据高度不同分为高(高度在 15 m 以上)、中(高度在 5~15 m 之间)和低(高度在 1~5 m 之间)3 种类型。海拔在 4 000~4 200 m 的高山亚冰雪带介于雪线与高山连续植被之间,地貌险露,岩石林立,地形较缓的地带可形成很薄的土层,太阳辐射强,气温低,稀疏地分布着一些低矮的垫状植物。如图(图 2a)所示,地面芽植物是组成这一区域植物群落的惟一生活型,由于气温低,植物在一个生长季很难完成生活史,芽是种群延续的主要构件。海拔 3 200~4 000 m 是高山灌丛带,生活型组成仍以地面芽植物占优势,矮高位芽植物、地上芽植物、隐芽植物和一年生植物有一定的发育(图 2b,c)。矮高位芽植物、地上芽植物在生活型谱上虽然不占优势,但却是组成群落灌丛景观的主要成分。海拔 2 400~3 200 m 是祁连山北坡寒温性针叶林的垂直分布范围,但由于森林只分布于阴坡、半阴坡,坡麓及沟谷分布着中性灌丛,阳坡发育着典型草原,生活型组成中地面芽植物占优势,但高位芽植物的比例在整个垂直带谱中达到最高(图 2d,e)。海拔 1 450~2 400 m,地面芽植物虽然仍占有较大的比例,但已不是占优势的生活型,代之而来的是一年生植物的兴盛(图 2e-h)。反映了在该海拔范围内,气候条件已由山地气候转向荒漠气候条件为主,随着海拔高度的降低,地上芽植物所占比例变小,从植物群落类型看,温性落叶灌丛逐渐为荒漠半灌木群落替代,干草原为荒漠草原替代。隐芽植物在生活型谱中的变化格局主要受制于非地带性的隐域生境,如高山草甸、荒漠区盐渍化草甸或沉水区等均可为地下根茎类植物的生长提供良好的条件。

5 结语

祁连山北坡、东大山及河西荒漠区现代生态地理气候条件既受经纬气候带所决定的水热分配的影响,又有青藏高原隆起对地带性气候的改变,这是本区现代生态地理气候条件形成的大背景或大环境。本区的现代山地盆地的地貌组合又将水热资源进行了再分配,因此在狭长的样区内就出现了特征对比鲜明、类型复杂的现代地貌气候和植物群落类型。

本区生态位具多样化的特点,但每一个生态位上资源生产力的承载力较低,亦即绝对资源量水平较低。因此,植物群落的空间结构和种群组成均十分简单。从构成本区多样化的生态位看,青海云杉林只生长于祁连山北坡、东大山海拔 2 450(2 600)~3 200 m 的阴坡、半阴坡局部地带,而其它绝大多数生境则为灌丛草地植物群落所占据。从这个意义上讲,青海云杉林仅仅

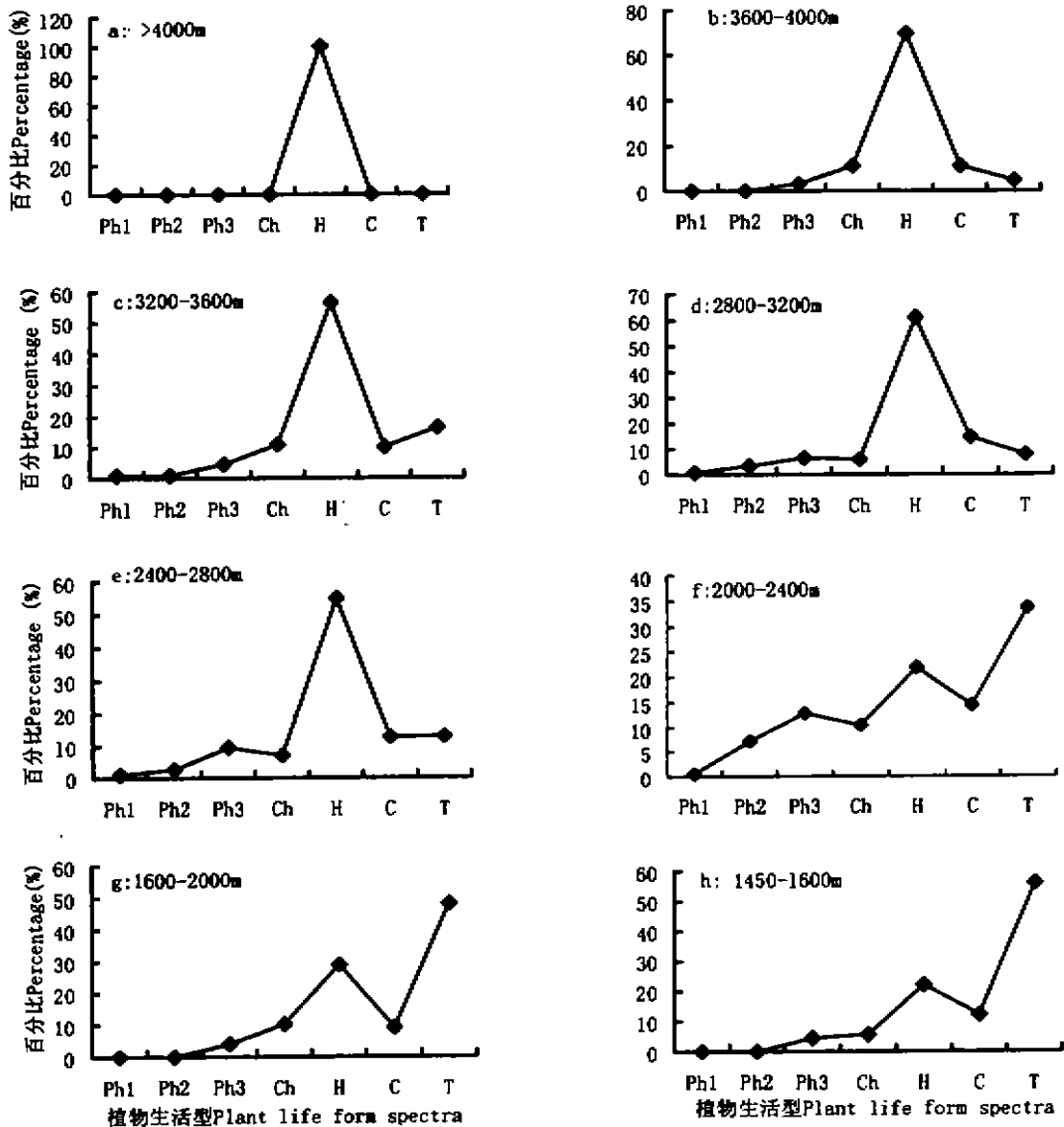


图 2 样区不同海拔植物群落生活型谱

Fig. 2 The vertical distribution patterns of plant life form spectra in sampling area

高位芽植物 Phanerophytes (大 Ph1, 中 Ph2, 小 Ph3), 地上芽植物 Chamaephytes (Ch), 地面芽植物 Hemicyrptophytes (H), 隐芽植物 Cryptophytes (C), 一年生植物 Therophytes (T)

是本区局部生境中的顶极群落, 而对整个系统则无普遍意义。本区多样化的植物群落占据着各自的生态位, 并形成了与之相适应的群落外貌和生活史对策, 彼此之间并不存在群落演替的渊源关系, 它们所处的生态位特征才是决定群落动态的根源。显然, 在一个地貌气候条件多样化

的生境中,植物群落是多极的,而不是单极的。

从本区植物群落生活型谱垂直分布格局分析中发现,整个生活型谱以多年生草本植物占优势,而且在海拔梯度的两极出现了有趣的“草—草”现象,即在1450~2000m的范围内,一年生草本占绝对优势;在海拔3600m以上,植物生活型组成中几乎全为多年生草本植物,在中海拔范围内,生活型的分化较大。以上事实说明,本区生境条件总体上是相对较严酷的;就本区环境梯度看,生境较好的中海拔地带生活型最丰富,且有利于木本植物的发育,而生境严酷的海拔梯度两极只适合草本植物的生存。而且,生长季水分充足、热量不足的环境有利于多年生草本植物的生长;相反,热量充足、水分不足的生境则有利于一年生植物的生长。森林群落物种多样性纬度地带性研究表明^[15],木本植物和草本植物多样性的水平分布格局存在着相反的趋势。与本研究的结论相印证,反映了植物水平分布格局和垂直分布格局的内在统一性。这一现象实质上反映了植物系统发育与环境条件的关系,亦即植物系统发育与资源生产力之间的关系,这也是今后需要深入研究的课题。

致谢:野外工作得到了张掖祁连山水源林研究所和张掖市林业局东大山林场的大力支持和帮助;张掖祁连山水源林研究所张学龙、王荣新、常学向、牛贵、常宗强及张掖市林业局东大山林场朱刘国、王振海等同志参加了野外调查工作,特此致谢。

参考文献:

- [1] 刘潮海,宋国平. 祁连山冰川的近期变化及趋势预测[C]. 中科院兰州冰川冻土研究所集刊,北京:科学出版社,1992,7,1-9.
- [2] 车克钧,傅辉恩,王金叶. 祁连山水源林生态系统结构与功能的研究[J]. 林业科学,1998,34(5):29-37.
- [3] 汤奇成,曲耀光,周津超. 中国干旱区水文给水资源利用[M]. 北京:科学出版社,1992,34-195.
- [4] 杨针娘. 祁连山黑河流域水量平衡与水资源[C]. 中科院兰州冰川冻土研究所集刊,北京:科学出版社,1992,7,133-147.
- [5] 康兴成. 祁连山现代气候变化特征[C]. 中国科学院兰州冰川冻土研究所集刊,北京:科学出版社,1992,7,45-53.
- [6] 康兴成. 祁连山历史时期气候变化探讨[C]. 中国科学院兰州冰川冻土研究所集刊,北京:科学出版社,1992,7,54-63.
- [7] 中国科学院《中国自然地理》编委会. 中国自然地理,总论[M]. 北京:科学出版社,1985,187-412.
- [8] 魏克勤. 祁连山水源涵养林区的青海云杉林[J]. 兰州大学学报,1990,26:2-8.
- [9] 王国宏,车克钧,王金叶. 祁连山北坡植物区系研究[J]. 甘肃农业大学学报,1995,30(3):249-255.
- [10] 刘英心. 我国荒漠植物区系形成的探讨[J]. 植物分类学报,1982,20(2):131-141.
- [11] 魏克勤. 祁连山水源林的保护[J]. 兰州大学学报,1990,26:1-8.
- [12] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,1980,749-1037.
- [13] 姜恕. 论青藏高原及其边缘山地的植被地带分异[M]. 植被生态学研究,北京:科学出版社,1994,100-111.
- [14] 陈灵芝,钱迎倩. 生物多样性的科学前沿[J]. 生态学报,1997,17(6):565-572.
- [15] 黄建辉,高贤明,马克平,等. 地带性森林群落物种多样性的比较研究[J]. 生态学报,1997,17(6):611-618.
- [16] 中国科学院《中国自然地理》编委会. 中国自然地理,地貌[M]. 北京:科学出版社,1980,50-53.

**A Study on the population diversity of plant community
in Hexi mountain-oasis-desert area: I General features**

WANG Guo-hong¹, REN Ji-zhou², ZHANG Zi-he²

(1. Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China; 2. Gansu Grassland
Ecological Research Institute, Lanzhou 730020, China)

Abstract. The Hexi mountain-oasis-desert area consists of three geographical areas: the forest-grassland area on the northern slope of the middle part of the Qilian Mountain Range, the Zhangye desert-oasis area and the Dongdashan Mountain forest-grassland area. The altitude varies between 1 450 m to 4 200 m and the changes in the climate have shown a trend of decreased annual mean temperature and increased precipitation through the past 50 years. In accordance with this climatic trend, the glaciers in the Qilian Mountains would be expected to have some steady development. Also, the volume of discharge of the Heihe River has been highly correlated with the changes in the climate. The major types of native vegetation include *Reaumuria* desert, mountain desert-grassland, grassland, cold-temperate coniferous forest, highland bush and alluvial communities, with 1 064 vascular plant species identified. The vegetation in the Qilian Mountains and that in the Dongdashan Mountains can be classified into a same floristic area that is younger than the Zhangye desert-oasis area. Among the native plants hemicryptophytes make up 60%, phanerophytes 17.6%, therophytes 11%, cryptophytes 6.5% and chamaephytes 4%, and their distribution is highly dependent on the altitude.

Key words: northern slope of Qilian mountain range; Zhangye desert-oasis area; Dongdashan; eco-geographical features; plant community types; flora; plant life form spectra