

黄河上游地区植被特征及其与 毗邻地区的关系*

陈桂琛¹⁾ 刘光秀²⁾ Kam-biu Liu³⁾ 彭敏¹⁾

¹⁾ (中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

²⁾ (中国科学院兰州冰川冻土研究所, 兰州, 730000)

³⁾ (LOUISIANA STATE UNIVERSITY, BATON ROUGE, LOUISIANA 70803-4105 USA)

摘 要

黄河上游地区地处青藏高原东北部, 受其地理位置、地势及气候特征等综合影响, 具有复杂多变的生境条件, 各主要植被类型分布地段的自然地理因素及其组合的过渡性和区域分异明显, 表现为温性、寒温性和高寒三种热量带相互交错。其主要植被类型的群落特征及分布规律, 受到毗邻地区植被的明显影响, 具有一定区域分异及明显的垂直变化。本区东北部植被具有黄土高原与青藏高原植被的过渡特征, 就整体而言, 本区植被仍以高寒灌丛、高寒草甸和高寒草原等各类高寒植被类型为主, 植被的水平分布格局与垂直分布特点与青藏高原主体各类高寒植被的分布格局变化相一致。另一方面, 植被也有其特殊性, 其特殊性是与其区域植被的优势种地理分布的过渡特征及物种分化相联系的。由此可见, 黄河上游地区为祁连山与青藏高原主体之间植被的过渡带及交汇区域。

关键词: 青藏高原 黄河上游 植被

黄河上游地区地处青藏高原东北部。它跨越较大的经度和纬度, 受到地势以及大气环流形势的显著影响, 具有复杂多变的生境条件, 植被类型十分复杂, 并受到毗邻地区的明显影响, 在我国关键陆地生物多样性中占有重要位置(陈灵芝, 1990)。以往对该区植被的研究多局限于其中某一地区或某些特殊植被类型(彭敏, 1987; 崔海亭, 1982; 周立华等, 1990; 周兴民等, 1987; 四川植被协作组, 1980; 郎惠卿等, 1964; 陈桂琛等, 1994b)。本文在作者多年野外调查的基础上, 结合已有研究成果总结而成, 旨在从流域整体出发、分析和讨论本区主要植被类型、分布规律及其与毗邻地区的关系, 以便为区域环境演变及生物多样性保护提供植被方面的基础资料。

* 国家自然科学基金青年基金和中科院兰州分院基金资助项目。

本文承蒙刘尚武研究员、黄荣福研究员、吴玉虎先生和卢学峰先生审阅并提出宝贵意见, 特致谢意。

本文于 1997 年 9 月 24 日收到。

本文的研究区域为青海省积石峡以上的黄河流域(图1)。其东北为黄土高原的西缘及共和盆地,东部为秦岭山地西缘,东南接横断山北部,西部及西南与青藏高原主体相接。地理范围约 $32^{\circ}10' \sim 36^{\circ}20'N$, $95^{\circ}50' \sim 103^{\circ}15'E$ 。

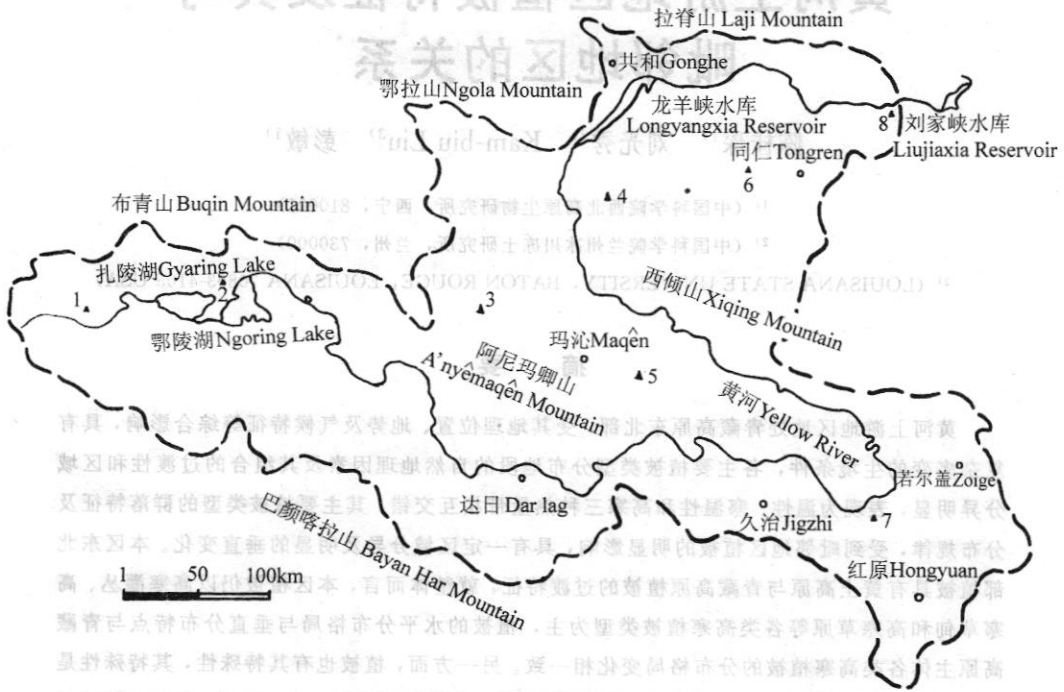


图1 黄河上游地区流域图

Fig. 1 Sketch map of the upper reaches of the Yellow River

注: 图内编号代表植被垂直剖面点, 序号与图2一致。

Note: The number in figure are represented the site of vertical distribution of vegetations in the fig. 2.

本区排布着一系列呈西北—东南走向的高山。黄河在本区形成S形大拐弯,阿尼玛卿山和西倾山分别位于S形的拐弯处(图1)。其北面分别为布青山、鄂拉山(属昆仑山系)和拉脊山(属祁连山系),南面为巴颜喀拉山而与长江水系分隔。本区东部以高山和谷地相间排列为,西部高原宽谷广泛发育。河源区有著名的扎陵湖和鄂陵湖(景可等,1982),东南部黄河支流的白河和黑河谷地及河源地区发育有大面积的沼泽湿地。大部分地区海拔为2100~4800m,区域最高峰海拔6282m(玛卿岗日)。整体地势由西北向东南再向东北方向倾斜,东北部的黄河谷地及滩地海拔相对较低。本区冬季受西风环流所控制,气候干冷;夏季主要受西南季风和东南季风的影响,形成由东南向西北半湿润、半干旱、干旱的水分梯度变化。年平均温度为 $0.7^{\circ}C$ (若尔盖)~ $-10.3^{\circ}C$ (玛多),年降水量东南部为647.6mm(若尔盖),西北部为312.0mm(玛多)。由于地形及山体对湿润气流的抬升和降温作用,往往在山地中上部形成降水集中区。主要土壤类型有高山寒漠土、高山草甸土、亚高山草甸土、高山草原土、灰褐土、栗钙土、沼泽土和风沙土等。

主要植被类型

由于本区独特的地理位置、大气环流及地形地貌特征,各主要植被类型分布地段的自然地理因素及其组合的过渡性和区域分异明显,表现为温性、寒温性和高寒三种热量带相互交错。这在本区主要植被类型的群落特征及分布规律上也有所反映。本区现有主要植被类型及特点:

1. 森林

本区森林多分布于该植被类型和树种的极限分布高度(青海森林资源编写组,1988)。森林区域特征明显,主要沿黄河及其支流两侧山地呈片状或零星块状分布,并具有明显的坡向性(陈桂琛等,1994b),常见于沟谷坡面的特定位置;随着海拔升高,片状的森林趋于缩小,并呈现明显的疏林化现象。该区分布的森林植被类型主要包括①温性常绿针叶林:该类型主要分布于本区东北部黄河干流峡谷两侧和支谷海拔2000~2700m的山地阴坡或半阴坡,分布区域十分狭窄。以油松(*Pinus tabulaeformis*)、华山松(*P. armandii*)等为建群种,可与其它针阔叶树种混交。②温性落叶阔叶林:主要分布于本区东北部黄河干流两侧山地阴坡及部分支流的沟谷地带,海拔为2100~3100m,主要建群种有山杨(*Populus davidiana*)、小叶杨(*P. simonii*)、白桦(*Betula platyphylla*)、红桦(*B. albo-sinensis*)、辽东栎(*Quercus liaotungensis*)等。③寒温性针叶林:主要分布于黄河干流两侧山地中部,一般海拔为2300~3900m。这是本区最为常见的森林类型。由于坡向等因子不同而导致其生境条件的明显差异,建群种树种也有所不同。以青杆(*Picea wilsonii*)、青海云杉(*P. crassifolia*)、紫果云杉(*P. purpurea*)、云杉(*P. asperata*)、冷杉(*Abies fargesii*)、岷江冷杉(*A. faxoniana*)等为建群种构成的森林主要分布山地阴坡中部;而以祁连圆柏(*Sabina przewalskii*)等适应半干旱、寒冷(干冷气候)及瘠薄土壤的圆柏树种多占据山地阳坡或半阴坡。寒温性针叶林向西可分布至阿尼玛卿山东北部的黄河支流山地上。本区由东部向西部随海拔升高及生境寒旱化之后,森林群落结构相对简单,呈片状散布和疏林化。林下灌木及草本植物组成以温带分布类型的属种为常见,灌木常见有蔷薇(*Rosa* spp.)、忍冬(*Lonicera* spp.)、小檗(*Berberis* spp.)等。

2. 灌丛

这是本区较为广泛分布的植被类型。主要包括温性灌丛(分布于山地森林下线、山麓及河谷滩地)和高寒灌丛(发育于森林线以上)。①温性灌丛:以蔷薇(*Rosa* spp.)、忍冬(*Lonicera* spp.)、小檗(*Berberis* spp.)、川西锦鸡儿(*Caragana erinacea*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、肋果沙棘(*H. neurocarpa*)、具鳞水柏枝(*Myricaria squamosa*)、柳(*Salix* spp.)等为优势种,主要分布于本区东部山地森林带附近,或见于河流宽谷滩地上,海拔一般为1900~3400m。②高寒灌丛:广泛分布于本区东部森林线以上的高山带,海拔范围变化较大,一般为3100~4100m。主要建群种和优势种有:头花杜鹃(*Rhododendron capitatum*)、百里香杜鹃(*Rh. thymifolium*)、陇蜀杜鹃

(*Rh. przewalskii*)、毛枝山居柳 (*Salix oritrepha*)、硬叶柳 (*S. sclerophylla*)、新山生柳 (*S. neoamnematchinensis*)、鬼箭锦鸡儿 (*Caragana jubata*)、金露梅 (*Potentilla fruticosa*)、窄叶鲜卑花 (*Sibiraea angustata*)、高山绣线菊 (*Spiraea alpina*) 等。这些优势种在不同地区、海拔高度及地形地貌上有不同的组合，或以多种优势植物共同形成群落，或构成各自的优势群落类型；它们多分布于山地阴坡或沟谷地段，金露梅则可在山地缓坡及滩地上形成金露梅灌丛。头花杜鹃革叶常绿灌丛向西可分布到阿尼玛卿山以东的东倾沟一带，而金露梅、毛枝山居柳灌丛可继续向西分布至花石峡附近山地。随着海拔升高，灌木植株个体趋于矮化，成斑块状镶嵌于高寒草甸之中。

林森 1

3. 草原

包括两大类：①温性草原：以长芒草 (*Stipa bungeana*)、短花针茅 (*S. breviflora*)、西北针茅 (*S. krylovii*)、芨芨草 (*Achnatherum splendens*)、青海固沙草 (*Orinus kokonorica*)、蒿 (*Artemisia* spp.) 等为优势种构成的温性草原主要分布于本区东北部黄河谷地、山间盆地及山前地带，海拔为 1800~3500m。②高寒草原：以紫花针茅 (*Stipa purpurea*)、青藏苔草 (*Carex moorcroftii*)、粗壮嵩草 (*Kobresia robusta*)、扇穗茅 (*Littledalea racemosa*)、冷蒿 (*Artemisia frigida*)、紫羊茅 (*Festuca rubra*) 等为优势种构成的高寒草原大面积分布于本区西北部海拔 3400~4200m 的山地阳坡、山间谷地及砾质滩地。紫花针茅还可与羊茅 (*F. ovina*)、异针茅 (*Stipa aliena*)、高山嵩草 (*Kobresia pygmaea*) 等植物构成草甸化草原，分布于相对潮湿的滩地及山地半阴坡。

4. 草甸

①高寒草甸：广泛分布于本区海拔 3000~4500m 的滩地和山地，优势种以嵩草属植物为主，主要有四川嵩草 (*Kobresia setchuanensis*)、矮嵩草 (*K. humilis*)、高山嵩草、线叶嵩草 (*K. capillifolia*) 等，除此之外，还有多种苔草 (*Carex* spp.)、珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*)、圆穗蓼 (*P. macrophyllum*) 等。在本区东南部海拔较低山地还出现以禾本科植物为优势的草甸类型，主要优势种有垂穗披碱草 (*Elymus nutans*) 等。②高寒沼泽及沼泽草甸：广泛分布于本区海拔 3200~4500m 的河岸阶地、湖群洼地、河源积水滩地及高山冰积洼地等湿地生境中。大面积集中分布于黑河、白河中下游的若尔盖 (郎惠卿等, 1964)、星宿海河源区 (彭敏, 1987) 以及泽库等地。其主要优势种有木里苔草 (*Carex muliensis*)、乌拉苔草 (*C. meyeriana*)、无脉苔草 (*C. enervis*)、华扁穗草 (*Blysmus sinocompressus*)、西藏嵩草 (*Kobresia schoenoides*)、甘肃嵩草 (*K. kansuensis*)、驴蹄草 (*Caltha scaposa*)、萹齿眼子菜 (*Potamogeton pectinatus*)、杉叶藻 (*Hippuris vulgaris*)、狸藻 (*Utricularia vulgaris*) 等。本区东南部的若尔盖湿地由于自然条件较好，其植物种类组成要比高海拔的河源区湿地植物种类丰富得多 (赵魁义, 1994; 郎惠卿等, 1964; 彭敏, 1987)。

5. 高寒垫状植被

主要分布于甘德至玛沁公路以西海拔 3800~4600m 的高海拔区域，垫状植被类型可分别出现于高寒草原和高寒草甸带中。群落组成以垫状植物为主，如甘肃蚤缀 (*Arenaria*

kansuensis)、雅江点地梅 (*Androsace yargongensis*)、垫状点地梅 (*A. tapete*)、钻叶风毛菊 (*Saussurea sublata*)、细小火绒草 (*Leontopodium pusillum*) 等。以垫状植物为优势层片也可出现于高寒草甸和高寒草原群落中，这在高原中、南部半湿润与半干旱的过渡地带表现尤为明显 (王金亭, 1988; 彭敏等, 1997)。

6. 高寒流石坡植被

广泛分布于本区海拔 4100m 以上的山体顶部，上接冰川雪被，下连高寒草甸带。群落组成以菊科高山植物和垫状植物为常见，如水母雪莲 (*Saussurea medusa*)、鼠麴风毛菊 (*S. gnaphalodes*)、矮垂头菊 (*Cremanthodium humile*)、短管兔耳草 (*Lagotis breviflora*)、簇生柔荑草 (*Thylacospermum caespitosum*)、唐古特红景天 (*Rhodiola tangutica*) 等。此外，在本区东北部的龙羊峡水库附近地区及以上的黄河阶地相对集中的沙丘上还分布有圆头沙蒿 (*Artemisia sphaerocephala*)、康青锦鸡儿 (*Caragana tibetica*) 等形成的荒漠植被。

植被分布规律

本区地处青藏高原东北部，受其地理位置、地势及气候特征等综合影响，致使本区植被呈现较为复杂的分布规律，具有一定的区域分异及明显的垂直变化。

1. 水平区域分异

大气环流形势的变化随各地位置和地势结构的不同制约着高原自然地带的分异和形成 (郑度等, 1979)。本区东北部海拔 3250m 以下的黄河谷地、山前缓坡及滩地，如循化、尖扎、贵德、贵南、兴海、同德及共和等地，出现大面积温性草原分布，这一现象明显不同于高原主体的高寒植被，这一特点主要是受到东北部相对较低的地势特征和更为复杂的大气环流特点的制约，并与河谷的增温效应有关。由于祁连山的存在，蒙古—西伯利亚反气旋气流在南移的过程中受到祁连山的阻挡，受阻的冷空气部分绕流由东西两个方向进入这一地带 (张经纬等, 1980; 杨鉴初等, 1960)，形成相对干旱的气候环境条件，造成毗邻地区的草原植被向高原东北部扩展。森林沿河流两侧山地斑块状分布，寒温性针叶林向西可分布至阿尼玛卿山的东北部山地。就整体而言，由东南向西北随着海拔升高以及水分和热量的梯度变化，植被分布呈现明显的规律性变化，即表现为高寒灌丛—高寒草甸—高寒草原的替代变化。植被的这一水平变化格局与青藏高原高寒植被由东南向西北的变化基本一致，具有明显的高原地带性规律 (张新时, 1978; 彭敏等, 1997)。就其现代气候特征而言，与本区整体地势及大气环境特征所表现出来的由东南向西北呈现的半湿润、半干旱、干旱的梯度变化相一致。另一方面，对高寒生境具有重要指示意义的垫状植物除了作为优势层片出现于高寒草原和高寒草甸之中外，还可以其为优势构成垫状植被类型，分别出现在这两个植被带中，显示了区域与青藏高原的高寒植被的密切关系。

2. 垂直变化特征

本区由东南向西北植被垂直带谱趋于简化(图2)。植被垂直带结构的不同反映了从高原边缘向高原内部随海拔升高所引起的植被系列变化。虽然边缘山地垂直带谱受毗邻地区的影响而出现温性植被类型,但就其内部特征而言与高原主体系列变化相一致,即表现为山地上部发育着特殊的高寒植被垂直带(张经纬等,1980;刘华训,1981;王金亭,1988;中科院植物研究所等,1988)。

由此可见,本区东北部温性草原相对发育,是与祁连山的存在而导致的大气环流特征相联系的(陈桂琛等,1994a)。受毗邻地区植被类型的影响,东北部温性草原和温带森林有一定的分布,森林分布具有一定的镶嵌结构特点,表现出黄土高原与青藏高原植被的过渡特征(彭敏等,1989)。就整体而言,本区整体的地势格局和大气环流特征,致使温度和水分条件有不同的组合特点,形成由东南相对暖湿向西北寒旱递变的大致格局,这一特征基本决定了本区植被所呈现出的高寒灌丛—高寒草甸—高寒草原梯度变化的水平变化格局,这与青藏高原的高原地带性格局是相一致的。

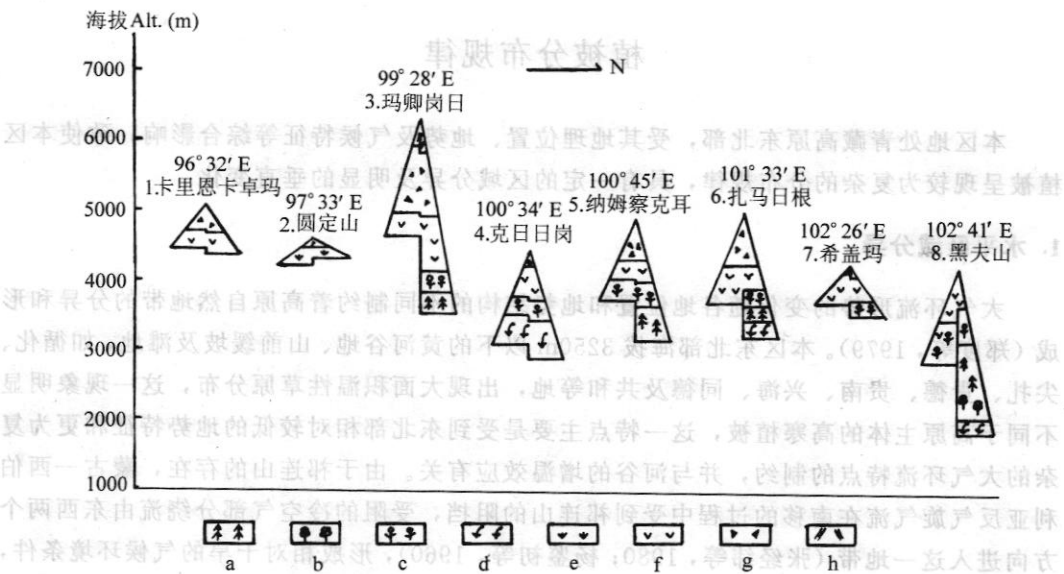


图2 黄河上游地区植被垂直带图

- a. 针叶林 b. 温带落叶阔叶林 c. 高寒灌丛 d. 温性草原 e. 高寒草原
f. 高寒草甸 g. 高寒流石坡植被 h. 冰川雪被

Fig. 2 Digram of vertical distribution of vegetations in the upper reaches of the Yellow River

- a. Coniferous forest, b. Broadleaf deciduous forest in temperate, c. Alpine shrub, d. Temperate steppe, e. Alpine steppe, f. Alpine meadow, g. Subnival vegetation, h. Snow and glaciers

讨 论

在植物区系分区上本区归属泛北极植物区的青藏高原植物亚区唐古特地区和中国

——喜马拉雅森林植物亚区横断山脉地区(吴征镒, 1979), 后一区系在高山带与唐古特地区有密切联系(武素功等, 1995)。本区不同地段的植物种类丰富程度及优势成分有所差异, 如本区东北部西秦岭山地西端的孟达地区, 在近 50km² 的范围内已知植物约 500 余种(郭本兆等, 1984), 其植物区系组成包括秦岭山系成分的西延、华北和黄土高原成分的南伸及青藏高原成分的东展。而整个黄河源区仅有种子植物约 460 种, 集中了唐古特及其毗邻地区经过高山特化和寒旱适应的高山植物区系类型(吴玉虎, 1995)。就群落的建群种和优势种而言, 有不少独特的表现。森林中的许多种类来自毗邻地区, 如东北部山地的巴山冷杉、华山松、辽东栎、山杨、白桦等, 而典型的森林植被类型则是以青藏高原及其毗邻地区为主要分布区域的植物, 如青海云杉、紫果云杉、祁连圆柏等。组成各类灌丛植被的优势植物除了东部河谷低海拔区域零星分布的灌丛植物受到毗邻地区植被影响外, 绝大部分占优势地位且面积较大的群落优势种, 如头花杜鹃、百里香杜鹃、毛枝山居柳、窄叶鲜卑花等为青藏高原特有种, 金露梅、高山绣线菊和鬼箭锦鸡儿虽然是属温带亚洲和北温带成分, 但主要以青藏高原及毗邻地区高山带为大面积分布。组成高寒草甸的主要优势种如西藏嵩草、高山嵩草、四川嵩草、矮嵩草、线叶嵩草等植物或为青藏高原特有成分, 或主要分布于青藏高原。高寒草原优势种的紫花针茅、青藏苔草、粗壮嵩草等为青藏高原特有种。本区东北部温性草原的针茅属植物多为欧亚草原种(周兴民, 1980), 但也有青藏高原特有种, 如青海固沙草。而对高寒生境具有明显指示意义的高寒垫状植被, 除了中国——喜马拉雅及中亚高山成分之外, 青藏高原特有成分如垫状点地梅、雅江点地梅也占有重要位置(李渤生等, 1985; 黄荣福等, 1991)。高寒流石坡植被中青藏高原特有成分占有总种数的 70% 以上(彭敏等, 1997)。由此可见, 本区植被区系特点虽然受到毗邻地区植被的影响, 但总体而言具有青藏高原特征。

本区独特的地理位置及自然条件, 使其植被类型表现更为复杂多样化, 就总体而言, 其植被特征与高原主体植被有很大的相似性(中国植被编委会, 1980)。另一方面, 植被的建群种和优势种表现出明显的过渡和交汇特点, 成为本区北部祁连山地区与南部高原主体之间植被的过渡区域。就森林建群种而言, 北部祁连山典型分布的青海云杉、祁连圆柏等树种构成的森林, 向南分布很少超过本区; 而青藏高原南部分布的岷江冷杉、紫果云杉、大果圆柏(*Sabina tibetica*) 等亦向北分布至本区, 形成明显的交汇和替代分布; 本区杜鹃灌丛的分布亦是祁连山、川西北及藏东北许多杜鹃优势种类的南北重要界线和混合区域。同时还分化出以本区为分布中心的新山生柳高寒灌丛。本区植被的特殊性是其区域植被的优势种地理分布的过渡特征及物种分化相联系的。地理替代及物种分化现象与本区随高原隆升过程中导致的环境变迁有密切关系。

综上所述, 黄河上游地区植被特征具有明显的区域分异, 特别是其东北部受黄土高原的影响, 温性草原相对发育, 温性森林也有一定分布, 且具有明显的镶嵌结构特点; 总体而言, 本区植被仍以高寒灌丛、高寒草甸(包括沼泽和沼泽草甸)和高寒草原等各类高寒植被类型为主, 占有绝对的优势, 植被的水平分布格局与垂直分布特点与青藏高原主体各类高寒植被的分布格局变化相一致。由于其特殊的地理位置、地形地貌特征及大气环流特点, 植被也有其特殊性, 成为祁连山与青藏高原主体之间植被的过渡带及交汇区域。

参 考 文 献

- 王金亭, 1988, 青藏高原高山植被的初步研究, 植物生态学与地植物学学报, 12 (2): 80~90。
- 中国科学院植物研究所、中国科学院长春地理研究所, 1988, 西藏植被, 科学出版社。
- 中国植被编委会, 1980, 中国植被, 科学出版社。
- 《四川植被》协作组, 1980, 四川植被, 四川人民出版社。
- 刘华训, 1981, 我国山地植被的垂直分布规律, 地理学报, 36 (3): 267~279。
- 吴玉虎, 1995, 黄河河源地区植物的区系特征, 西北植物学报, 15 (1): 82~89。
- 吴征镒, 1979, 论中国种子植物区系的分区问题, 云南植物研究, 1 (1): 1~22。
- 李渤生、张经纬、王金亭、陈伟烈, 1985, 西藏的高山垫状植被, 植物学报, 27 (3): 311~317。
- 青海森林资源编写组, 1988, 青海森林资源, 青海人民出版社。
- 张经纬、王金亭、陈伟烈、李渤生, 1980, 试论青藏高原植被的纬向地带性, 中国科学, (11): 1090~1098。
- 张新时, 1978, 西藏植被的高原地带性, 植物学报, 20 (2): 140~149。
- 武素功、杨永平、费勇, 1995, 青藏高原高寒地区种子植物区系的研究, 云南植物研究, 17 (3): 233~250。
- 郑度、张荣祖、杨勤业, 1979, 试论青藏高原的自然地带, 地理学报, 34 (1): 1~11。
- 周立华主编, 1990, 青海省植被图 (1: 1000000), 中国科学技术出版社。
- 周兴民, 1980, 青藏高原高寒草原的概述及其与欧亚草原区的关系, 中国草原, (4): 1~6。
- 周兴民、王质彬、杜庆, 1987, 青海植被, 青海人民出版社。
- 杨鉴初、陶诗言、叶笃正等, 1960, 青藏高原气象学, 科学出版社, 170~175。
- 陈灵芝, 1990, 中国的生物多样性, 科学出版社。
- 陈桂琛、彭敏、黄荣福、卢学峰, 1994a, 祁连山地区植被特征及其分布规律, 植物学报, 36 (1): 63~72。
- 陈桂琛、周立华、彭敏、罗修岳、魏振铎, 1994b, 青海省隆务河流域森林灌丛植被遥感分析, 植物生态学报, 18 (4): 385~391。
- 郎惠卿、金树仁、牛焕光, 1964, 川西高原若尔盖地区的沼泽植被类型及其演替, 植物生态学与地植物学丛刊, 2 (1): 40~56。
- 赵魁义, 1994, 青藏高原南部及其毗邻地区沼泽植物区系地理, 地理科学, 14 (3): 217~224。
- 郭本兆、王为义, 1984, 青海循化县孟达林区的调查, 高原生物学集刊, (2): 21~34。
- 崔海亭, 1982, 黄河源头地区卫星照片的植被解译, 黄河源头考察文集, 青海人民出版社, 161~168。
- 黄荣福、王为义, 1991, 青藏高原垫状植物区系及垫状植物群落演替, 高原生物学集刊, (10): 15~26。
- 景可、尤联之, 1982, 黄河源湖区地理考察, 黄河源头考察文集, 青海人民出版社, 169~190。
- 彭敏, 1987, 扎陵湖、鄂陵湖地区的植被类型及其分布规律, 高原生物学集刊, (7): 71~80。
- 彭敏、赵京、陈桂琛, 1989, 青海省东部地区的自然植被, 植物生态学与地植物学学报, 13 (3): 250~257。
- 彭敏、陈桂琛、黄荣福, 1997, 青藏高原高寒植被的若干理论问题, 高原生物学集刊, (13): 97~106。