

河西走廊

HEXIZOULANG

山地绿洲荒漠复合生态系统的

SHANDI LUZHOU HUANGMO FUHE SHENGTAI XITONG DE

景观格局与景观多样性研究

JINGGUAN GEJU YU JINGGUAN DUOYANGXING YANJIU

刘学录 主编



甘肃科学技术出版社

河西走廊

HEXIZOULANG

山地绿洲荒漠复合生态系统的

SHANDI LUZHOU HUANGMO FUHE SHENGTAI XITONG DE

景观格局与景观多样性研究

JINGGUAN GEJU YU JINGGUAN DUOYANGXING YANJIU

刘学录 主编



甘肃科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统的景观格局与景观多样性研究 / 刘学录主编. —兰州: 甘肃科学技术出版社, 2006. 3

ISBN 7-5424-1029-6

I. 河... II. 刘... III. 河西走廊—生态系统—研究 IV. Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 011844 号

责任编辑 陈学祥(0931-8773274 gstopchen@sina.com)
装帧设计 左文绚(0931-8773275)
出版发行 甘肃科学技术出版社(兰州市南滨河东路 520 号 0931-8773237)
印 刷 兰州奥林印刷有限责任公司(兰州市红山根西路 164 号)
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 9.25
字 数 214 000
版 次 2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷
印 数 1~1000
定 价 16.00 元



作者简介

刘学录,男,1966年5月生,甘肃天水人,农学博士,副教授,现任甘肃农业大学资源与环境学院副院长,兼任甘肃省遥感学会理事。

1987年6月毕业于兰州大学,获理学学士学位;1990年6月毕业于中国科学院兰州地质研究所,获理学硕士学位;1998年9月考入甘肃农业大学草业学院,在任继周院士的指导下攻读草业科学专业草原生态方向博士学位,2001年12月获农学博士学位。

主要业绩:主持完成甘肃省自然科学基金项目2项,甘肃省教育厅科研项目1项,自选项目1项;参加完成国家自然科学基金重点项目1项,甘肃省农委项目2项,校列项目1项。在《应用生态学报》、《草业学报》、《草业科学》等刊物发表论文40余篇。参编专著2部,教材1部。于2000年10月、2002年9月、2004年9月分别荣获“甘肃农业大学2000年暑期志愿者社会实践活动优秀指导教师”、“甘肃农业大学青年教师”、“甘肃农业大学优秀教师”等荣誉称号。

主要研究方向:土地资源管理、景观生态学和3S技术与应用。

内容简介

本书对河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统的研究历史和研究现状进行了回顾和综述；从地质地貌、气候、土壤、植被、水资源、土地资源和土地利用等 6 个方面讨论了河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统的环境因子及其基本特征；介绍了景观格局和景观多样性的研究方法；阐述了河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统的土壤母质、土壤、植被等环境要素的景观格局和景观多样性；分析了复合生态系统的总体格局与景观异质性；论述了山地景观、绿洲景观、荒漠景观的景观格局与景观多样性特征以及生产特性。

本书可作为从事景观生态学研究、教学的科技人员和研究生的参考书。

前 言

河西走廊位于祖国内陆的甘肃省西部,是界于东起乌鞘岭,西止星星峡,南依祁连山,北枕马鬃山、合黎山、龙首山的北西—南东走向的狭长地带,因位于黄河以西而得名。

河西走廊是古丝绸之路的必经要道,也是当今欧亚大陆桥的要冲。悠久的历史,自古以来各种文化的交流与融合,赋予这片亘古莽原以丰厚的文化底蕴,神秘博大,绚丽多彩,魅力四射,备受中外学者的关注,成为中西交流的媒介与桥梁。不但如此,河西走廊在地学、生态学、农学等领域的研究方面同样具有独特的学术价值和理论与实践意义。这是因为:(1)在区域地质构造上,河西走廊位于祁连山地槽系、阿拉善—北山地台的交汇区,出露的岩石类型丰富多样,地质构造类型独特而典型,蕴藏着石油、铁、贵金属等丰富的矿产资源。(2)在地理上位于青藏高原、黄土高原、阿拉善高原的交汇之处,自然地理环境的空间分异极为显著,形成多样的地貌类型与地理景观。(3)在气候上位于高寒气候区、蒙新气候区与内陆季风气候区的交汇、过渡地带,气候资源(降水、热量)差异明显,变化剧烈,山地、绿洲、荒漠景观交相辉映。(4)在产业上处于农业与传统畜牧业的过渡地带,为生态学上典型的农牧交错带,产业格局与结构的构成及其调整对区域国民经济的可持续发展意义重大。

各种自然现象、过程以及人类活动(开发)的交汇、融合,使得河西走廊成为内陆干旱、半干旱地区在生物多样性保护,全球变化,资源环境的可持续利用以及社会、经济、生态协调发展等领域的研究热点地区,特别在可持续发展研究方面具有不可替代的作用与价值。

也正是各种自然现象、过程以及人类活动(开发)的交汇、融合,使得河西走廊成为众多学科研究的天然实验地,各种学术理论在这里实践、碰撞、交叉,激发出思想的火花。系统耦合理论、节水型社会建设等理论与实践的提出与发展,体现了这种科学研究与地域特色融合的实践历程。

河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统的格局、结构在空间上表现为显著的异质性,其形成过程受各种自然、人为因素和过程的影响。空间格局与过程之间的复杂关系影响、制约着复合生态系统现实生产力和生产潜力的发挥。

生态环境建设和保护是党中央确立的西部大开发战略的基本原则,退耕还林还草是西部生态环境建设和保护的基础和核心内容。近年来,随着社会各界对保护环境、维持生态平衡的日益重视,使西部生态脆弱区的研究受到广泛的关注,成为生态学、草业科学、资源环境学等研究领域的热点。河西走廊山地荒漠绿洲复合生态系统

是这些热点研究领域共同的研究对象。对河西走廊山地荒漠绿洲复合生态系统景观格局与景观多样性特征的研究,有助于揭示生态格局与生态过程的关系,也有助于生态脆弱区的生态恢复与重建。

本书是作者研究生论文的主要研究内容。研究工作得到了国家自然科学基金重点项目“河西走廊山地绿洲荒漠系统耦合机理与优化耦合模式研究”和甘肃省自然科学基金项目“河西走廊盐化草地的景观格局特征研究”等项目的支持。书稿出版得到了国家 863 计划项目“北方干旱内陆河灌区(甘肃张掖)节水农业综合技术体系集成与示范课题”之专题 16“节水农业决策支持系统的建立”的支持,在此表示衷心的感谢!

由于水平有限,错误疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

刘学录

2005 年 11 月

目 录

1. 景观要素概述.....	(1)
1.1 地质地貌	(1)
1.2 气候	(3)
1.3 土壤	(6)
1.4 植被	(7)
1.5 水资源	(9)
1.6 土地资源与土地利用.....	(11)
2. 研究现状概况	(13)
2.1 研究历史.....	(13)
2.2 研究内容.....	(14)
2.2.1 草地资源调查与评价.....	(14)
2.2.2 草原类型学.....	(16)
2.2.3 放牧管理与家畜营养(放牧生态).....	(18)
2.2.4 草原培育与改良.....	(20)
2.2.5 草原燎火生态.....	(21)
2.2.6 天然及引种牧草.....	(22)
2.2.7 盐化草甸.....	(24)
2.2.8 草地保护学.....	(27)
2.2.9 景观生态学.....	(30)
3. 景观格局与景观多样性分析方法	(33)
3.1 景观及景观生态学的定义.....	(33)
3.2 景观组分类型的划分.....	(35)
3.3 景观要素与景观组分数据的提取.....	(37)
3.4 景观格局分析.....	(37)
3.4.1 景观异质性分析.....	(37)
3.4.2 分形分析与分维数.....	(43)
3.4.3 斑块特征分析.....	(45)
3.5 景观多样性分析.....	(46)

3.5.1	景观多样性参数	(46)
3.5.2	景观破碎化分析	(47)
3.5.3	景观分离度分析	(48)
4.	景观要素的景观格局与景观多样性	(49)
4.1	景观要素的组分类型	(49)
4.1.1	土壤母质的景观组分类型	(49)
4.1.2	土壤景观组分类型	(50)
4.1.3	植被景观组分类型	(51)
4.2	景观多样性	(52)
4.2.1	最大景观多样性指数	(52)
4.2.2	景观多样性指数	(53)
4.2.3	景观优势度指数	(54)
4.2.4	景观均匀度指数	(54)
4.3	景观破碎化	(55)
4.3.1	土壤母质景观系统的景观破碎度	(55)
4.3.2	土壤景观系统的景观破碎度	(56)
4.3.3	植被景观系统的景观破碎度	(58)
4.3.4	景观要素系统景观破碎度的比较	(59)
4.3.5	景观破碎度与景观多样性	(60)
4.4	景观分离性	(61)
4.4.1	土壤母质景观系统的景观分离性	(61)
4.4.2	土壤景观系统的景观分离性	(62)
4.4.3	植被景观系统的景观分离性	(63)
4.4.4	景观分离性与景观多样性	(64)
5.	复合生态系统的景观格局与景观多样性	(66)
5.1	基本格局	(66)
5.1.1	环境背景	(66)
5.1.2	产业背景	(67)
5.2	景观格局	(69)
5.2.1	复合生态系统的景观组分	(69)
5.2.2	景观生态系统类型与草原类型、植被类型的比较	(70)
5.2.3	总体格局的景观异质性	(71)
5.3	景观多样性	(74)
5.3.1	最大景观多样性指数	(75)
5.3.2	景观多样性指数	(75)
5.3.3	景观优势度指数	(75)

5.3.4 景观均匀度指数	(76)
5.4 景观破碎化	(76)
5.5 景观分离度	(77)
5.6 系统耦合的景观生态学机制	(78)
5.6.1 系统耦合的条件	(80)
5.6.2 系统耦合的动力机制	(80)
5.6.3 景观格局与系统耦合过程	(81)
5.6.4 系统耦合的形式	(83)
5.6.5 景观格局与系统相悖	(83)
6. 山地景观的景观格局与景观多样性	(84)
6.1 景观组分类型	(84)
6.2 景观异质性	(87)
6.2.1 景观组分的相对频率	(87)
6.2.2 景观组分的平均信息量	(88)
6.2.3 相对频率与平均信息量的关系	(92)
6.3 斑块特征	(92)
6.3.1 斑块大小	(92)
6.3.2 斑块形状	(93)
6.3.3 斑块数量	(94)
6.3.4 斑块分形特征	(95)
6.4 景观多样性	(96)
6.4.1 最大景观多样性指数	(96)
6.4.2 景观多样性指数	(96)
6.4.3 景观优势度指数	(96)
6.4.4 景观均匀度指数	(96)
6.5 景观破碎度	(97)
6.6 景观分离度	(98)
6.7 利用功能与生产特性	(98)
6.7.1 利用功能及其评价	(98)
6.7.2 成因类型与生产特性	(99)
7. 绿洲景观的景观格局与景观多样性	(102)
7.1 景观组分	(102)
7.2 景观异质性	(104)
7.2.1 相对频率	(104)
7.2.2 平均信息量	(105)
7.2.3 相对频率与平均信息量的关系	(109)

7.3 斑块特征	(109)
7.3.1 斑块大小	(109)
7.3.2 斑块形状	(110)
7.3.3 斑块数量	(111)
7.3.4 分形特征	(112)
7.4 景观多样性	(113)
7.4.1 最大景观多样性指数	(113)
7.4.2 景观多样性指数	(113)
7.4.3 景观优势度指数	(113)
7.4.4 景观均匀度指数	(114)
7.5 景观破碎化	(114)
7.6 景观分离度	(115)
7.7 斑块成因类型及其生产特性	(116)
7.7.1 利用功能及其评价	(116)
7.7.2 成因类型与生产特性	(117)
8. 荒漠景观的景观格局与景观多样性	(119)
8.1 景观组分	(119)
8.2 景观异质性	(120)
8.2.1 相对频率	(120)
8.2.2 平均信息量	(122)
8.3 斑块特征	(123)
8.3.1 斑块大小	(123)
8.3.2 斑块形状	(124)
8.3.3 斑块数量	(124)
8.3.4 斑块分形特征	(125)
8.4 景观多样性	(125)
8.4.1 最大景观多样性指数	(125)
8.4.2 景观多样性指数	(126)
8.4.3 景观优势度指数	(126)
8.4.4 景观均匀度指数	(126)
8.5 景观破碎化	(126)
8.6 景观分离度	(127)
8.7 斑块成因类型及其生产特性	(127)
8.7.1 利用功能及其评价	(127)
8.7.2 成因类型与生产特性	(128)
参考文献	(129)

1. 景观要素概述

河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统位于中国西北部,包括甘肃河西走廊和内蒙古自治区阿拉善高原。河西走廊在东经 $93^{\circ}20'$ ~ $104^{\circ}00'$ 、北纬 $37^{\circ}10'$ ~ $42^{\circ}50'$ 的范围内,土地总面积约 27.48 万平方千米,辖酒泉、嘉峪关、张掖、金昌、武威 5 个地市;阿拉善高原指内蒙古自治区最西部的阿拉善盟所辖区域,地理位置为东经 $97^{\circ}10'$ ~ $106^{\circ}12'$ 、北纬 $37^{\circ}24'$ ~ $42^{\circ}25'$,土地总面积约 26.99 万平方千米。

1.1 地质地貌

河西走廊山地绿洲荒漠复合系统在区域地质构造上属于两大地质构造单元,以北西—南东向展布的龙首山—合黎山为界,南部为祁连山地槽系(河西走廊),北部为华北地台(阿拉善),总体上以祁连山地槽系为主体(杨森楠 杨巍然,1985)。

祁连山地槽位于甘肃省和青海省的接壤地区,是一个早古生代地槽,在大地构造位置上位于秦祁昆地槽系的中段北部,东北侧以龙首山断裂为界与华北地台相邻,西端以阿尔金山断裂为界与塔里木地台相邻,南界大致沿青海湖—宝鸡断裂延伸;向东可延伸至宁夏回族自治区的南端,其范围包括祁连山脉、河西走廊、陇西高原;由 4 个次一级构造单位组成,由北向南依次为:走廊边缘拗陷、北祁连地向斜、中祁连地背斜和南祁连地向斜。

走廊边缘拗陷是指合黎山、龙首山以南,走廊南山、冷龙岭以北的河西走廊地带。拗陷内广泛发育上古生界和中、新生界地层,基底多由下古生界地层组成。

北祁连地向斜在走廊南山及冷龙岭一带,早古生代为强烈拗陷带;下古生代地层很发育,沉积有巨厚的沉积—火山岩系;晚期加里东运动强烈,形成紧密的褶皱和断裂,并有基性、超基性岩和花岗岩侵入;上古生界为稳定的地台型沉积;中、新生界为山间盆地堆积。

中祁连地背斜包括托来南山、疏勒南山、大通山及陇西地区,为震旦纪以后长期隆起地带;中上古生界地层出露广泛;下古生界基本缺失;上古生界仅见于西段;中、新生界主要分布于本带东部的西宁、兰州地区。

南祁连地向斜位于乌兰达坂山、疏勒南山之南、赛什腾山和中吾农山以北,向东在青海湖收敛;为早古生代强烈拗陷带,下古生界厚度很大,除沉积岩外,尚在部分地区发育火山岩;晚期加里东运动强烈褶皱,并有大量花岗岩侵入;上古生界和三叠系分布很广;中、新生界多属山间盆地沉积。

华北地台在本研究区仅仅涉及内蒙地轴西部的一部分。地台是大陆地壳上主要的构造类型。相对地槽而言,地台是地壳上稳定的构造单位,范围广,形状上不像地槽那样呈长条形或带状,地形相对比较平坦,地貌类型以平原和高原为主;垂直结构为二元结构,下部的基底由巨厚的、经过褶皱和变质的、构造比较复杂的活动型前寒武系沉积岩系和火山岩系组成,并常有岩浆岩侵入;上部的盖层由沉积较薄、构造变动轻微、产状平缓的显生宙岩系组成,是在相对稳定的沉积环境中形成的。

阿拉善高原西起北山山麓,东至贺兰山麓,北抵中蒙边界,南达走廊北山—毛毛山—老虎山和景泰、中卫段黄河谷地。在大地构造上,阿拉善高原是华北地台中内蒙地轴西部的一个台隆,其基底形成时代可能属于杨子旋回;南缘与祁连山地槽间有河西走廊过渡带,北缘以深断裂与天山—兴安岭地槽分开,西端通过一个地峡或元古代隆起与准噶尔地台、塔里木地台相连(潘晓玲 党荣理 伍光和,2001)。

在我国现代地貌的地域组合中,河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统属于以风力和干燥剥蚀作用为主的西北内陆干燥区;位于中国地貌单元的第一阶梯与第二阶梯的过渡地带。地貌特征受区域地质构造和气候的控制。地貌类型包括祁连山山地、河西走廊和阿拉善荒漠 3 种类型(中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,1980)。

祁连山山地呈北西西—南东东走向,全长近 1000km,最宽处在柴达木与酒泉之间,宽度近 300km。祁连山山地经历了加里东运动后,在志留—泥盆纪发展为大地槽,接受了巨厚的海相沉积,在泥盆纪末期和石炭纪初期的早期海西运动中褶皱成山。自此以后,在山间盆地中相继沉积了从二叠系到白垩系的陆相地层。在白垩纪末期燕山运动中,山地又上升,山间盆地堆积了第三系红层。第三纪末期的陇山运动中祁连山山地整体上升,形成了今天崇山峻岭的地貌。祁连山山地由于受新构造运动的强烈抬升而剧烈褶皱,同时在流水地质作用的强烈侵蚀下大幅度下切,形成陡峻的“V”型河谷。山高谷深,峰锐坡陡,海拔高度为 3000~5500m,平均海拔 4000m 左右,最高峰为疏勒南山的团结峰,海拔 6305m。祁连山山地由一系列平行的山岭和河谷盆地组成,各列山地均呈北西西—南东东走向。海拔 4700m 以上的山地终年积雪,广泛发育现代冰川,呈现高寒砾漠(或岩漠)景观。祁连山褶皱系是上述地貌形态形成的地质构造基础,根据海拔高度的变化又可分为高山山地和中山山地。

河西走廊为呈北西—南东走向的狭长低地带,整个地势平坦并自东南向西北倾斜,是由祁连山山前洪积扇构成的倾斜平原,又称走廊倾斜平原。该区大部分海拔为 1300~1700m,平均海拔 1500m 左右。大地构造上属于祁连山地槽系的边缘拗陷。自祁连山向北,在地貌上又出现明显的分带:祁连山北麓坡积带、洪积扇带、洪积冲积扇带、湖沼淤积带、北山南麓坡积洪积带。自西向东,由酒泉黑山和民乐大黄山的横向断块隆起,把河西走廊分成 3 个独立的内陆水系盆地:玉门—安西—敦煌盆地(平原),属疏勒河水系和苏干湖水系;张掖—高台—酒泉盆地(平原),大部分属于黑河水系,一部分属于北大河水系;武威—民勤盆地(平原),属于石羊河水系。

阿拉善荒漠为阿拉善高原南缘的一部分,主要包括合黎、龙首等一系列剥蚀、断续分布的中山及阿拉善高原南缘的残山、戈壁、沙漠,著名的巴丹吉林、腾格里、乌兰布和三大沙漠横贯全境。众多的干燥剥蚀低山、残山和丘陵形成 4 列东西向或北东—南西向高地

带及夹于其间的低地带;从北向南依次为:洪果尔扎高地带;归德苏—银根—三德庙低地带—阿克雷山高地带;古龙乃—雅马雷克低地带;宗乃山—雅布赖山高地带;腾格里低地带。冲积平原和湖积平原是阿拉善高原的另外两个主要地貌类型,前者主要指额济纳河冲积平原和石羊河冲积平原,后者主要指居延海湖积平原和民勤湖积平原。阿拉善荒漠在大地构造上属于长期稳定的阿拉善台块边缘隆起地带,基底为元古代的变质岩系,其上超覆厚度不大的中、下石炭系,局部拗陷中有侏罗纪以来的陆相沉积。由于坚硬基底的保护,地层变动不剧烈,倾斜平缓,长期处于构造稳定状态,地形趋于准平原化;海拔为 1460~3620m,最低海拔仅 820m;多数山地海拔为 2000~2500m,相对高度一般为 500~1000m,少数山峰海拔可达 3600m,最高为贺兰山主峰,达 3556m(甘肃草原生态研究所,1990);山地北坡平缓,南坡为断崖,地势陡峻。在干燥剥蚀作用下,岩石裸露,植被稀少。由于气候极为干燥,风力剥蚀作用显著,山麓、山前平原戈壁、沙漠广布。

湖泊众多曾经是阿拉善高原非常突出的地理特征,除著名的居延海外,还有古龙乃湖、猪野泽、昌宁湖等大小不等的 400 多个小湖泊,如今居延海分解为嘎顺湖和苏古湖,均已面临干涸,其余湖泊则都已荡然无存。

1.2 气候

中国位于亚洲大陆东海岸,濒临太平洋,幅员辽阔,境内地势高差悬殊。由于巨大的海陆差异,气候特征受东亚季风环流控制,大部分地区具有鲜明的季风气候特征,即冬季受来自大陆的干冷气流的影响,而夏季受来自海洋的暖湿气流的影响。在季风气候的背景条件下,由于受纬度、海拔、距海远近等因素的影响,各地气候特征差异巨大。在《中国自然地理——气候》分册中,以 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数作为主要的热量指标,将我国的气候划分为温带($\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数小于 218 天)、亚热带($\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数为 218~365 天)和热带($\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数为 365 天)3 个气候带。在温带和亚热带中,又划分为寒温带、中温带、暖温带和北亚热带、中亚热带、南亚热带;在全年日平均气温均 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的热带,则以 1 月平均气温划分为边缘热带、中热带和赤道热带(中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,1984)(见表 1-1)。

青藏高原区海拔高,面积大。由于特殊的地理位置和地貌特征,1 月冷高压和 8 月热低压的中心位置几乎重合,使高原同四周的自由大气之间于冬、夏形成差异性冷热源作用并引起特殊气压场,形成独特的高原季风现象,气候区划自成系统。根据 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数和最热月的平均气温,划分为 5 个气候带(见表 1-2)。

在气候带下根据年干燥度系数划分气候大区(见表 1-3),在气候大区内根据 7 月平均气温划分气候区。根据这个气候区划,阿拉善和河西走廊属于中温带干旱气候区;祁连山属于青藏高原的高原亚寒带半(亚)干旱气候区。

表 1-1 气候带及其划分指标

气候带		$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数(天)	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温($^{\circ}\text{C}$)	1月平均气温($^{\circ}\text{C}$)	备 注
温 带	寒温带	<100	<1600	<-30	
	中温带	100~171	1600 至 3200~ 3400	-30 至 -12~-6	
	暖温带	171~218	3200~3400 至 4500~4800	-12~-6 至 0	
亚热带	北亚热带	218~239	4500~4800 至 5100~5300 3500~4000	0 至 4 3 至 5~6	云南地区
	中亚热带	239~285	5100~5300 至 6400~6500 4000~5000	4 至 10 5~6 至 9~10	云南地区
	南亚热带	285~365	6400~6500 至 8000 5000~7500	10 至 15 9~10 至 13~15	云南地区
热 带	边缘热带	365	8000 至 9000 7500 至 8000	15 至 20 $>13\sim 15$	云南地区
	中热带	365	9000 至 10000	20 至 26	
	赤道热带	365	>10000	>26	

表 1-2 青藏高原气候带及其划分指标

气候带	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数(天)	最热月平均气温($^{\circ}\text{C}$)
高原寒带	0	<6
高原亚寒带	<50	6~11
高原温带	50~180	12~17
高原亚热带山地	180~350	18~24
高原热带北缘山地	>350	>24

表 1-3 气候大区及其划分指标

气候大区	年干燥度系数	自然景观	青 藏 高 原 区	气候大区	年干燥度系数	自然景观
湿润	<1.0	森林		湿润	<1.0	常绿阔叶林
亚湿润	1.0~1.6	森林草原		亚湿润	1.0~1.6	针叶林灌丛草原
亚干旱	1.6~3.5	草原		亚干旱	1.6~5.0	草原
干旱	3.5~16.0	半荒漠		干旱	5.0~15.0	半荒漠
极干旱	>16.0	荒漠		极干旱	>15.0	荒漠戈壁

根据中国综合农业气候区划(该区划依据水分和热量的配合情况将中国划分为 3 个农业气候大区:东部季风农业气候大区,光、热、水配合较好;西北干旱农业气候大区,水少、温和、光足;青藏高寒农业气候大区,热少、光足、干湿分明。大区下以 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为主导指标,积温少的地区以最热月气温,积温多的地区以最冷月气温划分出 12 个二级农业气候区—农业气候带,除青藏高原农业气候大区以 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的积温为主导指标划分为高原寒带和高原温带 2 个农业气候带外,农业气候带的类型与中国自然地理的气候带相同。在农业气候带内根据干燥度和干湿期出现的状况又划分出 43 个气候地区)(中央气象局, 1979),河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统的河西走廊和阿拉善属于西北干旱农业气候

大区的干旱中温带农业气候带,而祁连山区属于青藏高原高寒农业气候大区的高原温带农业气候带。各农业气候带的基本情况见表 1-4。

表 1-4 河西走廊复合生态系统农业气候综合区划类型及其主要农业气候特征

范围	农业气候大区	农业气候带	农业气候区	主要气候指标	主要气候特征	农业特征
河西走廊	西北干旱农业气候大区	干旱中温带	河套—河西区	年降水量 100 ~ 250mm, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温 $3000^{\circ}\text{C} \sim 4000^{\circ}\text{C}$	温暖、干旱、风沙、干热风	灌溉农业、一年一熟、小麦、玉米、甜菜、稻、牧(羊、骆驼)
阿拉善高原	西北干旱农业气候大区	干旱中温带	阿拉善高原区	年降水量 100 ~ 250mm, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温 $3000^{\circ}\text{C} \sim 4000^{\circ}\text{C}$	冬寒夏酷热、温暖、干旱、风沙重、温差大、太阳辐射强烈	荒漠、牧、无灌溉农业
祁连山区	青藏高原高寒农业气候大区	高原温带	青海湖盆地—祁连山区	年降水量 200 ~ 600mm, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温 $< 3000^{\circ}\text{C}$	冬冷夏凉、半干旱、干旱、冰雹	农牧过度、祁连山林牧、一年一熟、春小麦、油菜

河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统位于欧亚大陆腹地,属典型的大陆性中温带干旱、半干旱(南部祁连山区)气候;年总辐射量 $585.76 \sim 669.44 \text{ J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$;年日照时数 $2800 \sim 3200 \text{ h/a}$;年日照百分率 $60\% \sim 70\%$;年均气温 $2^{\circ}\text{C} \sim 6^{\circ}\text{C}$;一月平均气温 $-13^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$;七月平均气温 $14^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$;气温年较差 $27^{\circ}\text{C} \sim 32^{\circ}\text{C}$; $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温分别为 $2600^{\circ}\text{C} \sim 4200^{\circ}\text{C}$ 和 $1900^{\circ}\text{C} \sim 3900^{\circ}\text{C}$;年平均绝对湿度 $4 \sim 6 \text{ mPa}$;年平均相对湿度 $40\% \sim 55\%$;年干燥度 $1 \sim 31$;年降水量 $50 \sim 600 \text{ mm}$;年平均风速 $2 \sim 3 \text{ m/s}$;年霜期 $50 \sim 100$ 天;年无霜期 $75 \sim 200$ 天(中央气象局,1979)。

受地貌类型的影响与控制,在不同的地貌单元上,气候特点显著不同。祁连山高山山地地区,地势高寒,降水较多,水资源丰富。大部分地区天然森林、草原、灌丛密布。中高山山地的北坡相对比较干燥。气候的垂直地带性明显。海拔由低到高的热量变化涉及温带、寒温带、亚寒带、寒带、冰雪带等 5 个热量带。在降雨量上涉及极干旱带(小于 100 mm)、干旱带($100 \sim 250 \text{ mm}$)、半干旱带($250 \sim 400 \text{ mm}$)和半湿润带($400 \sim 600 \text{ mm}$)等 4 个雨量带。河西走廊气候干旱,降水稀少,但水资源丰富,发源于祁连山的疏勒河、黑河、石羊河流注走廊平原,形成独特的内陆水域;光热资源丰富。阿拉善高原南缘干燥少雨,极为干旱,地表流水非常缺乏(中央气象局,1979)。

根据中国农业综合气候区划,河西走廊山地绿洲荒漠复合生态系统可以划分为 3 个气候生产潜力区。各气候生产潜力区的范围、主要农业气候特征、生产潜力、粮食与牧草生产现状及限制因素为(中国农业科学院,1999):

(1) 西北三等光温九级气候生产潜力区

河西走廊: $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 期间总辐射 $(37 \sim 49) \times 10^5 \text{ kJ}/\text{m}^2$, 积温 $3000^{\circ}\text{C} \sim 5000^{\circ}\text{C}$, 年降水量

50~100mm,这里是我国辐射资源最丰富的地区之一,也是全国降水最少的地区之一。气候干热温差大,光热条件好,能满足作物1年1~2熟,但完全需要降水及冰雪融水灌溉。该区农作物以小麦、玉米、水稻、棉花为主,光温潜力 $42\,750\sim 82\,500\text{kg}/\text{hm}^2$,气候潜力 $2250\text{kg}/\text{hm}^2$,目前粮食单产平均为 $1500\sim 2250\text{kg}/\text{hm}^2$ 。限制增产的因素主要为:干旱严重,以及由此引起的干热风、风沙;冬春多大风,土壤风蚀强烈,并有次生盐碱化现象,春秋温度变化剧烈易引起冻害。

(2)西北四等光温九级气候生产潜力区

内蒙西部阿拉善地区: $\geq 0^\circ\text{C}$ 期间总辐射 $(41\sim 49)\times 10^5\text{kJ}/\text{m}^2$,积温 $3000^\circ\text{C}\sim 4000^\circ\text{C}$,年降水量 $100\sim 200\text{mm}$ 。宜农区可种植1年1熟的春小麦、燕麦、玉米、水稻甜菜等,光温潜力 $31\,875\sim 42\,750\text{kg}/\text{hm}^2$,气候潜力 $10\,500\sim 21\,375\text{kg}/\text{hm}^2$,目前粮食单产平均为 $2250\sim 3000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。限制增产的因素主要为:干旱少雨,蒸发强烈,湿度小,风沙多,土壤盐碱化。

(3)青藏四等光温八级气候生产潜力区

祁连山区: $\geq 0^\circ\text{C}$ 期间总辐射 $(37\sim 49)\times 10^5\text{kJ}/\text{m}^2$,积温 $1500^\circ\text{C}\sim 3000^\circ\text{C}$,年降水量 $100\sim 300\text{mm}$,辐射资源丰富。盆地、谷地可种植一年一熟的喜凉作物,如春小麦、青稞、油菜、豌豆等。光温潜力 $31\,875\sim 42\,750\text{kg}/\text{hm}^2$,气候潜力 $2250\sim 6375\text{kg}/\text{hm}^2$,目前粮食单产平均为 $2250\sim 3750\text{kg}/\text{hm}^2$ 。限制增产的因素主要为:温度低,生育期短,降水少,气候干旱,风沙盐碱严重。

1.3 土 壤

河西走廊山地绿洲荒漠复合系统的土壤属于西北干旱漠土、绿洲土大区的阿拉善—河西走廊地区和北疆山地—祁连山东部地区。前者包括阿拉善高原灰棕漠土区和河西走廊灰钙土、灰漠土和绿洲土区;后者仅包括祁连山东部棕钙土、灰褐土区(中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,1981)。

阿拉善高原灰棕漠土区大面积分布的是砂砾质灰棕漠土,在一些较高的山地,如龙首山、合黎山的顶部可见棕钙土,在山地之间的低平地带有龟裂土和风沙土。

河西走廊灰钙土、灰漠土和绿洲土区,以焉支山为界,以西主要为灰漠土,可见流动或半固定风沙土;以东主要为灰钙土。灰钙土、灰漠土的地面常为砂砾覆盖,细土层以砂壤土为主。冲积扇的中下游和冲积平原沿河两岸的绿洲为绿洲土、绿作潮土。扇缘地带、冲积平原低地以及河流低阶地、河漫滩为草甸土、沼泽土和盐土。此外,在合黎山—龙首山山前狭窄的洪积扇上,还有砾质灰棕漠土分布。

祁连山东部棕钙土、灰褐土区山体高大,略显湿润,具有典型的垂直地带性。 $3800\sim 5500\text{m}$ 的高山地区发育高山寒漠土、高山草甸土; $2200\sim 3800\text{m}$ 的中山及中高山地区自上而下发育高山系列土、森林系列土和草原系列土; 2200m 以下的地区主要分布有棕钙土和灰漠土(中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,1981;林成谷,1983)。