

黄土高原地区综合治理开发考察系列研究

黄土高原地区农业 气候资源的合理利用



中国科学院黄土高原综合科学考察队

中国科学技术出版社

黄土高原地区综合治理开发考察系列研究

黄土高原地区农业气候 资源的合理利用

中国科学院黄土高原综合科学考察队 编

中国科学技术出版社

1990

内 容 提 要

本书系黄土高原地区综合考察专题研究报告。文中就黄土高原地区农业气候资源及其合理利用进行了全面论述,内容包括农业气候资源特征及其分区、作物产量与农业气候资源关系、果树生产与农业气候资源关系、林业生产与农业气候资源关系、牧草与气候资源关系、气候变化等。

本书可供农业、经济、环境、气象等科学工作者,以及有关领导和管理人员参考。

黄土高原地区综合治理开发考察系列研究

黄土高原地区农业气候资源的合理利用

中国科学院黄土高原综合科学考察队 编

责任编辑:冯 军

中国科学技术出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京长城印刷厂印刷

开本:787×1092毫米 1/16 印张:12.375 字数:295千字

1991年2月第1版 1991年2月第1次印刷

印数:1—1200册 定价:10.00元

ISBN 7-5046-0365-1/S·40 登记证号:(京)175

中国科学院黄土高原综合科学考察队 科技成果编辑委员会

主任委员 张有实

委 员 (按姓氏笔划为序)

王乃斌 刘再兴 刘毓民

孙九林 孙惠南 杜国垣

陈光伟 陈绥阳 武吉华

张天曾 张有实 郭绍礼

**中国科学院黄土高原综合科学考察队
《重大问题及总体方案》系列成果编辑委员会**

主任委员 张有实

副主任委员 (按姓氏笔划为序)

王乃斌 刘再兴 刘毓民 孙九林
孙惠南 杜国垣 陈光伟 武吉华
张天曾 郭绍礼

委 员 (按姓氏笔划为序)

王乃斌 王义凤 王华东 刘再兴
刘毓民 孙九林 孙惠南 李 斌
苏人琮 杜国垣 陈永宗 陈光伟
杨勤业 邸醒民 金 甌 武吉华
张天曾 张有实 郭绍礼 侯光良
赵存兴 唐克丽 曹光卓 彭 琳
彭芳春 魏心镇

《黄土高原地区农业气候资源的合理利用》 编辑委员会

主 编 侯光良

副 主 编 王 菱

袁嘉祖

张如一

参加编写 施尚文

人 员 章庆辰

高素华

刘允芬

序

黄土高原地区,这块举世瞩目的苍茫大地,是中华民族摇篮,古文明的发祥地。这片古老的黄土地,哺育了炎黄子孙,创造了灿烂的文化。

然而,长期以来,生态环境十分脆弱的黄土高原地区水土流失和风沙危害严重。全区共有水土流失面积约50万平方公里。其中土壤侵蚀模数大于5000吨/平方公里·年的严重水土流失区14.5万平方公里,是世界上水土流失最严重的地区之一。在长城以北地区,风沙危害农林牧业生产,并不断向东南侵袭。同时,土地利用很不合理,开荒、破坏植被严重,加剧生态环境恶化。不仅严重影响了当地的经济发展和人民生活水平的提高,而且水土流失和风蚀沙化使大量泥沙进入黄河,导致黄河下游干流河床逐年淤高,潜在的洪水灾害严重威胁着黄淮海平原千百万人民生命财产的安全及广大地区的经济建设。

但是,应当看到,黄土高原地区土地广阔,具有发展农林牧业的有利条件,矿产资源非常丰富,煤、铝土、有色金属、盐、碱等都具有全国重要地位,尤其是有极丰富的能源资源。这里有我国和世界上罕见的特大煤田,煤炭总储量约占全国的2/3;在黄河上、中游,特别是上游,水能资源也很丰富,将建成我国最重要的、规模最大的能源-重工业-化工工业基地(简称能源重化工基地)。在中华民族未来的发展中,黄土高原地区的战略地位将会越来越重要,在社会主义四化建设中将起到不可替代的巨大作用。

从上可见,黄土高原地区环境治理和资源开发,在振兴中华的伟大事业中具有特殊的重要性和紧迫性。国家一直十分重视这一地区的国土整治工作。自50年代起,各有关部门在该地区做了许多科学考察和试验研究。特别值得高兴的是国家把“黄土高原综合治理”的课题列为“七五”重点攻关科技项目。其中有关面上的综合考察研究工作由中国科学院黄土高原综合科学考察队组织各有关部委、省区和高等院校的科技人员来完成。这次考察研究工作是自50年代以来全面的、内容丰富的大规模的综合科学考察。其特点是:

(1) 把水土流失等的治理问题不仅仅看成是一个环境治理问题,而且是一个环境-经济-社会问题。考察研究工作,以黄土高原地区综合治理开发总体方案为核心,进行了包括环境、资源、经济、社会等方面的十几个重大问题的全面考察研究。

(2) 除重点考察研究黄土高原地区的环境治理问题外,还对振兴地方经济,治穷致富的“小开发”以及建立具有全国意义的能源重化工基地的“大开发”等问题进行了重点考察研究。这对我国的流域治理和开发的研究是有重要意义的。

(3) 面上考察与重点地区的研究和规划相结合,选择了代表不同类型地区的8个重点县(旗)进行了深入的考察研究和规划。

(4) 采取地面调查与航空航天遥感技术相结合,对黄土高原地区的自然资源和自然条件以及土壤侵蚀进行了调查和系列制图,为治理开发提供较为确切的土壤侵蚀和资源的数据清单,并首次在此建立国土资源数据库及信息系统,包括各种资源数据、决策模型系统,为综合治理开发和规划决策提供了先进的科学研究手段和科学储备。

现在,黄土高原地区的综合考察研究已经取得丰硕成果。这些成果包括黄土高原地区治理开发的总体方案总报告及十几个专题研究报告,还有遥感系列制图、信息系统的建立、基础资料汇编、图集、画册及录相等,内容非常丰富。这些考察研究系列成果,以大量的科学考察资料为依据,总结了黄土高原地区环境治理的主要问题及其基本经验,提出了“治理与开发相结合,以开发促治理、以治理保开发”和“重在开发”的方针,制定了能源、矿产、农林牧等资源开发和开发利用方案,并对振兴黄土高原地区进而振兴中华大地等重大战略问题做了一系列的论述。系列成果不仅是严谨的科学论著,而且也是振兴黄土高原地区和振奋民族精神的科学总结。这些成果具有十分重要的意义和实用价值,是国家和决策部门的重要参考依据,也是使广大人民全面了

解黄土高原地区问题和美好前景极好丛书。同时,这些成果也将促进和深化地学、生物学、资源科学、环境科学、社会科学、技术科学等有关学科的发展。因此,系列成果的发表必将引起国内外有关方面的重视。

这次黄土高原地区综合科学考察研究工作是在中国科学院黄土高原综合科学考察队的具体规划设计和安排下进行的。考察队做了大量组织工作。

黄土高原地区科学考察成果的取得,是全队共同努力,特别是考察队员们踏遍了高原丘陵的沟沟壑壑,撒下了辛勤汗水的结果。因此,考察研究成果是集体智慧的结晶。此外,黄土高原地区的人民和各级领导者,他们给予了综合科学考察研究工作多方面的支持和帮助,是特别要予以颂扬的。

刘东生

1990年8月22日

《黄土高原地区综合治理开发考察系列研究》

前言

黄土高原地区有着严重的水土流失和风沙危害等环境问题,生态环境十分脆弱,严重影响着当地人民的生产和生活,在有的地方生存都受到威胁。而且,入黄河泥沙使下游干流河床日趋淤高,洪水威胁着下游广大黄淮海平原人民生命财产和经济建设设施的安全。长期以来,这是我国的一大“心病”和迫切要求解决的“老大难”问题。另一方面,黄土高原地区有着丰富的农业和工业自然资源,特别是有极丰富的能源资源,在中华民族未来的发展中,其战略地位将显得越来越重要,在社会主义四化建设中将起到不可替代的巨大作用。因此,这片黄土地不仅病态环境急需治理,而且无论从本身还是从全国的要求来看,其资源急待开发。黄土高原地区的环境治理和资源开发在振兴中华的伟大事业中具有特殊的紧迫性和重要性。

国家一直十分重视这片黄土地的改造和振兴问题。自50年代起,水利(电力)部、农业部、林业部、中国科学院,有关省、区、地、县和一些大专院校都在该地区做了许多科学考察和试验研究。1955~1958年,在已故中国科学院副院长竺可桢教授的指导下,曾组织了中国科学院黄河中游水土保持综合考察队,进行了为期4年的以水土保持为中心的综合考察,取得了丰富的资料和成果,为国家制定水土保持方针政策及治黄规划、黄河中游水土保持规划发挥了积极作用。多年来,艰苦奋斗在黄土高原地区第一线的广大干部和科技工作者,为改造黄土高原地区做出了积极贡献。

1983年国家计划委员会向中国科学院提出了关于开展一次以国土整治^①为主要内容的黄土高原地区综合考察研究工作的建议。中国科学院-国家计委自然资源综合考察委员会,根据这一建议,于1983年11月在承德召开了一次讨论黄土高原问题的会议。会上许多专家提出了积极建议,认为经过了三五十年后的今天,在黄土高原地区开展一次全面的、宏观的、以国土整治为目的的综合考察研究工作,制定黄土高原地区的综合治理开发战略方案,确有必要。1984年5月,中国科学院成立了黄土高原综合科学考察队(简称黄考队)来执行这项考察研究任务。1984年5~7月,黄考队组织了少数专家进行了预察,制定了4年(1985~1988年)的以国土整治为主要内容的考察研究计划。当时,在制定考察研究计划中,碰到的第一个问题是如何正确选择考察研究的范围,是仅考察“黄土高原”,还是考察“黄土高原地区”。作为自然地理单元的黄土高原,其范围一般认为是太行山以西、日月山以东、秦岭以北、长城以南。但是,考虑到开发治理的综合性,考虑到黄土高原与黄河密切联系以及保持研究的完整性,特别是长城以北也存在严重的水土流失、风沙危害,对入黄泥沙也有严重影响,而一些特大煤田也分布在长城以北,因而黄考队将考察研究范围向北推移到了阴山以南。这块四面环山的比较完整的国土,包括黄土高原及其北部毗邻地区,我们简称它为“黄土高原地区”。

^① 国土整治是指国土资源的开发、利用、保护和治理。其含意很广,涉及到当今世界普遍存在的资源-环境-人口-能源-粮食等问题,而绝不仅仅指环境的治理或土地的管理。

1985年,在黄土高原地区正式开始考察。1986年,由于国家的重视,“黄土高原综合治理”课题被列为国家“七五”(1986~1990年)重点攻关科技项目。黄考队便把执行黄土高原地区国土整治的考察研究与“黄土高原综合治理”面上的考察研究任务结合起来,取名为“黄土高原地区综合治理开发”的考察研究,并进一步充实了考察研究内容。当时,在制定“七五”计划中碰到的又一问题是如何对待“开发”问题。黄考队认为,不能把水土流失的治理问题仅仅看成是一个环境治理问题,而是一个资源-环境-经济-社会问题,黄土高原地区患的是综合症,要攻的关是如何解决好水土流失和贫穷的落后的问题,是如何解决好环境治理和资源开发这对矛盾,即不仅要研究如何治理好环境,还要研究如何开发好资源,使资源开发不仅不破坏环境,而且还要使两者互相促进。黄土高原地区的问题,不能就治理谈治理。归根结底,是一个如何改造和振兴黄土高原地区的问题。因此,这是一次自50年代以来全面的、内容丰富的、大规模的综合科学考察,从考察面积之广、问题之综合、学科之多、新技术的应用以及把治理与开发结合起来等方面来看,都可以说是空前的。

黄土高原地区综合治理开发的考察研究任务,在原4年计划的基础上,根据“七五”计划的要求,采用卫星、航空遥感和地面调查相结合,调查水土流失和资源状况,研究环境治理和资源开发中的重大问题,提出综合治理开发的总体方案,并把遥感的应用和信息系统的建立作为为综合治理开发重大问题和总体方案服务的两项主要技术手段。根据任务要求,考察研究的主要内容有以下三个方面:

- (1) 黄土高原地区综合治理开发的重大问题研究及总体方案;
- (2) 黄土高原地区资源与环境遥感调查和制图;
- (3) 黄土高原地区国土资源数据库及信息系统的建立。

综合治理开发的重大问题及总体方案,是考察研究工作的主体部分。这方面的专题是按照下列5个层次设计的:

(1) 自然条件特点和资源评价。包括考察研究过去和现在的自然条件(自然条件特点和历史环境演变)以及自然资源的数量质量评价;此外,还包括研究主要的社会经济情况。

(2) 应用基础的考察研究。包括考察研究一些与黄土高原地区综合治理开发有关的理论问题。它与综合治理开发黄土高原地区和治理黄河的方针有着密切的联系。例如,黄土高原地区历史气候和土壤侵蚀的演变过程,自然侵蚀和人为侵蚀关系,等等。

(3) 重大问题的考察研究。包括土壤侵蚀(水土流失、风沙危害、滑坡、泥石流等)防治以及农、林、牧、土、水、气、能源、工、矿、交、环保、人口、旅游等问题。它是在自然条件、资源和应用基础考察研究工作基础上的深入,是从认识世界进而向改造世界所必须考察研究的问题。

(4) 重点县的考察研究。包括代表不同类型地区的中阳、于长、洛川、榆中、正宁、和林格尔、伊金霍洛、新安等8个重点县(旗)的深入考察研究和规划。这是考察研究工作中点面结合的具体体现,是面上工作的深入,也是制定总体方案不可少的重要依据。

(5) 总体方案的制定。包括不同类型地区和整个黄土高原地区综合治理开发方案。这是在前面四方面工作的基础上,经过综合分析,对不同类型地区和整个黄土高原地区综合治理开发提出具体的途径和建议,为如何防治水土流失、风沙危害以及如何建立能源重化工基地、牧业基地、林果基地以及解决粮食问题等提供科学依据。

根据以上5个层次,共设计了14个研究组和相应的研究子专题,即:(1)黄土高原地区自然条件特点及其形成和演变预测;(2)黄土高原地区土壤侵蚀规律及治理途径;(3)黄土高原地区

农业气候资源及其合理利用;(4)黄土高原地区生物资源及其合理利用;(5)黄土高原地区土地资源及其合理利用;(6)黄土高原地区水资源合理利用及其供需平衡;(7)黄土高原地区农林牧业的综合发展及合理布局;(8)黄土高原地区乡镇建设及繁荣农村经济的途径;(9)黄土高原地区能源资源的合理开发利用及农村能源解决途径;(10)黄土高原地区综合运输网的发展及合理布局;(11)黄土高原地区经济开发对环境的影响及其对策;(12)黄土高原地区工业发展与城市工矿区的合理布局;(13)黄土高原地区重点县的深入调查研究;(14)黄土高原地区综合研究和综合治理开发总体方案(人口和旅游问题也包括在综合研究组内)。

第二方面,资源与环境遥感调查和制图,包括应用航空航天多种遥感手段,配合地面考察,对黄土高原地区的自然资源和自然条件以及土壤侵蚀进行遥感调查和系列制图,为治理开发提供较为确切的土壤侵蚀和资源清单。这对今后的综合治理开发规划和实施以及监测其动态变化均有着重要的意义。

第三方面,国土资源数据库及信息系统的建立,包括建立黄土高原地区国土资源数据库、典型区的资源信息系统、决策模型系统以及计算机辅助制图系统等。为黄土高原地区治理开发考察研究和规划提供先进的技术手段和科学储备。这使黄土高原地区综合治理开发及其管理工作逐步走向现代化。

黄土高原地区的综合考察研究工作,是由中国科学院主持,由黄考队组织有关单位,以大协作的形式来完成的。参加考察研究的单位有中国科学院-国家计委自然资源综合考察委员会、地理研究所,中国科学院地质研究所、植物研究所、兰州沙漠研究所、遥感应用研究所、南京土壤研究所、西安黄土研究室及西北植物研究所,中国科学院-水利部西北水土保持研究所、成都山地灾害研究所,国家计委-中国科学院能源研究所,国家计委综合运输研究所,地矿部水文地质工程地质司、水文地质工程地质研究所、地质资料局,水利部黄河水利委员会,铁道部铁道科学院,山西省区划办,陕西省水保研究所、地质矿产局,甘肃省科学院地质灾害研究中心、农科院,宁夏农业科学院,内蒙古土地勘察设计院,河南地理研究所,中国人民大学,北京师范大学,北京大学,北京林业大学,北京经济学院,北京师范学院,兰州大学,西北大学,西北农业大学,陕西师范大学,西安交通大学,西安公路学院,陕西财经学院,山西大学,山西师范大学,以及晋、陕、蒙、宁、甘、青、豫等省(区)的计委、科委以及其它有关农、林、牧、水、水保、工、矿、交、环保等业务部门,共约50多个单位。参加考察研究工作的专家、教授和科技工作者达500多人。黄考队在国家计委、国家科委和中国科学院的领导下,得到了水利部、林业部、农业部、能源部、地质矿产部以及其它有关部委、办等部门的大力支持;考察期间,与黄土高原地区有关的七省(区)的各级政府和部门,对黄考队也十分关心,给予了许多支持和帮助。因此,黄土高原地区综合科学考察研究成果的取得,是各方面大力协作和支持的结果,是全体考察队员们智慧的结晶。

黄土高原地区综合治理开发系列成果是丰硕的。在系列成果中,全面论述了黄土高原地区的环境问题以及如何治理环境的基本经验;阐述了振兴黄土高地区的物质基础,如何进行资源的“小开发”,发展农村经济,以及建立能源重化工基地的“大开发”,创造巨大财富,为农业现代化和社会进步以及治理环境提供雄厚的物质基础,从而达到振兴黄土高原地区的目的。系列成果告诉人们,黄土高原地区虽然有严峻的环境问题,环境的治理任务是艰巨的,但其前景是极其美好的。成果还着重阐述了如何才能达到美好的前景,以及2000年和21世纪中期可能达到目标。在黄土高原地区资源与环境考察研究中,还采用了航空遥感新技术,编制了

系列图件,提供了资源数据,并建立了信息系统实体(系列成果目录附后)。因此,系列成果不仅是严谨的科学论著,而且也是振兴黄土高原地区和振奋民族精神的科学总结。由于黄土高原地区综合治理开发问题是独特的,涉及的问题也多,因而开展综合考察研究工作及其成果的发表,具有重要的生产意义和科学价值。黄土高原地区历史文化遗产极为丰富,是中外人士仰慕向往的地方。它的治理开发和振兴,不仅会激励我国人民献身于这一伟大光荣的事业,而且也会在国际上产生重大的影响。

这次黄土高原地区综合科学考察研究工作是在中国科学院黄土高原综合科学考察队的具体组织领导下进行的。考察队队部有队长张有实,副队长孙惠南、郭绍礼、杜国垣、陈光伟、刘毓民,学术秘书张天曾,办公室主任刘广寅,副主任谢国卿、马志鹏,秘书高柳青,干事李文柏。作为“七五”国家重点攻关科技项目,第一专题重大问题和总体方案方面的科考任务由张有实直接领导;第二专题遥感系列制图方面和科考任务由陈光伟、王乃斌负责;第三专题数据库及信息系统方面的科考任务由孙九林负责。有关各专题组长和考察队员们的贡献将在各自的研究报告前言中予以记载。在这里,黄考队谨向各协作单位以及黄土高原地区的人民和各级领导所给予这次综合考察研究工作多方面的支持和帮助,再次表示衷心的感谢。此外,由于种种原因,我们在工作中还有不少缺点,请各方面给予批评指正。

中国科学院黄土高原综合科学考察队

1990年9月1日

前 言

“黄土高原地区农业气候资源的合理利用”研究,是根据“七五”国家重点科技攻关项目——“黄土高原综合治理开发”研究而提出来的农业气候方面的研究课题。本区治理方面面临的主要问题,一是土壤侵蚀(水蚀和风蚀)严重,二是粮食不足,三是生活贫困。通过长期的工作实践证明,单纯的为治理而治理的方针是行不通的,必须以治理保开发,以开发促治理,把治理与开发两方面问题结合起来,才是行之有效的途径。在上述思想指导下,“黄土高原地区农业气候资源的合理利用”研究课题开展了以下五方面内容研究:

一、哪些是农业气候资源的有利因素,它们对一切绿色植物光合生产的定性和定量关系如何;哪些是农业气候资源利用的主要限制因素;哪些是农业气候资源利用的次要限制因素。

二、根据黄土高原地区自然资源和社会经济条件,提高粮食自给水平仍然应以提高单位面积产量为主。那么今后增产粮食比较优越的地区有哪些,比较差的地区有哪些,不宜发展的地区有哪些。此外,各类粮食产区未来的粮食产量、作物最大单产,以及要实现这些粮食生产目标需要采取的农业技术措施如何。

三、为调整种植业结构,改善农民经济状况的最好办法之一是发展果树。果树并不是到处都能发展的,根据水果生态和品质的一些重要指标衡量一下,哪些是发展果树适宜地区,哪些是比较适宜地区,哪些是不适宜地区?

四、种树固然是治理土壤侵蚀、改变生态环境向良性循环的一项重要生物措施,而几十年来种树实践告诉我们,区里不是一切地方都能种树,即使一地可以种树并不意味着它的各个地形部位都能达到同样的效果,为此,我们必须了解各种树种适生分布,以及森林气候生产力状况。

五、种草同种树问题有类似的情况,要获得种植牧草的成功,也必须了解它的适生分布及牧草气候生产力状况。

我们把以上五方面研究内容归结成五章,外加对未来气候预测一章,共六章。各章执笔人分别由以下同志担任:第一章,侯光良、施尚文、章庆辰、高素华、徐六康;第二章,侯光良、刘允芬、陈沈斌;第三章,王菱;第四章,袁嘉祖、陈纪卫;第五章,张如一;第六章,张如一、王菱、王勤学。整个报告的统稿由侯光良完成。

参加研究人员: 侯光良 袁嘉祖 张如一 王菱 施尚文
章庆辰 高素华 刘允芬 陈沈斌 陈纪卫
徐六康 游松才 杨远盛 杨雅萍

本报告研究内容为生产服务的观点是明确的,但由于现阶段农业气候资源学科发展水平以及作者知识水平的限制,难免会出现一些不尽如意之处,敬请各位读者及有关专家指正,以使农业气候资源研究领域获得不断发展。

编 者

1990年2月8日

目 录

第一章 农业气候资源特征及其分区	(1)
第一节 农业发展的有利气候因素	(1)
一、光能丰富	(1)
二、气候温和、生长期长、日较差大	(2)
第二节 农业发展的不利气候因素	(3)
一、干旱、风沙	(3)
二、暴雨、	(7)
三、霜冻、	(10)
四、冰雹	(15)
第三节 农业气候分区	(19)
一、分区的目的、原则、系统及指标	(19)
二、分区结果	(21)
参考文献	(43)
第二章 作物产量与农业气候资源关系	(44)
第一节 实际产量、趋势产量和偏差产量的概念	(44)
第二节 趋势产量	(45)
一、解放初期(1950年为例)趋势产量	(45)
二、近期(1985年为例)趋势产量	(46)
三、解放以来(1950~1985年)粮食年平均增长量	(46)
四、未来(2000年)趋势产量	(48)
第三节 主要作物最大产量估算	(48)
一、作物最大产量研究方法	(48)
二、一些主要作物最大单产分布概况	(50)
第四节 实现粮食增产的主要途径	(57)
一、早改水	(57)
二、坡改梯	(58)
三、耕作管理	(58)
四、地膜覆盖	(59)
五、施肥	(60)
参考文献	(73)
第三章 果树生产与农业气候资源关系	(74)
第一节 水果生产现状及其展望	(74)
一、水果生产现状	(74)
二、水果生产的展望	(77)

第二节 果树对生态环境要求	(84)
一、苹果	(84)
二、梨	(88)
三、葡萄	(90)
四、桃	(92)
五、杏	(92)
六、枣	(94)
七、海红子	(94)
第三节 苹果品质与气候条件关系	(96)
一、元帅系苹果品质与气候条件关系	(96)
二、黄土高原地区果树适宜性分区	(100)
参考文献	(104)
第四章 林业生产与农业气候资源关系	(105)
第一节 林业生产现状	(105)
第二节 主要树种对气候条件的要求	(106)
第三节 主要树种分布与适地适树决策	(111)
一、主要树种分布	(111)
二、适地适树决策	(113)
三、改善阳坡局地小气候与造林成活率	(122)
第四节 植物气候生产力	(129)
一、估算方法	(129)
二、植物气候生产力分布	(132)
第五节 全面绿化后的生态、经济效益	(132)
一、林业发展方向和布局	(132)
二、生态效益	(134)
三、经济效益	(140)
参考文献	(143)
第五章 牧草与气候资源关系	(145)
第一节 牧草资源发展现状	(145)
一、草场面积	(145)
二、牧草种类和等级	(146)
三、草场类型	(146)
四、草场资源利用现状和存在问题	(150)
第二节 本区主要牧草的生物学特性	(153)
一、光、热、水是牧草生存的必要条件	(153)
二、主要牧草的生物学特性	(156)
第三节 牧草生产力	(161)
一、人工牧草最大产量估算(以苜蓿为例——充分灌溉条件下)	(161)
二、天然牧草气候生产力估算	(162)

三、几种主要牧草资源及其容畜量	(163)
第四节 牧草栽培布局 and 生态、经济效益	(166)
一、牧草栽培布局	(166)
二、种草的生态和经济效益	(168)
参考文献	(171)
第六章 气候变化	(172)
第一节 第四纪气候变化	(172)
第二节 历史时期气候变化	(173)
一、历史时期的温度变化	(174)
二、历史时期旱涝气候变化	(176)
第三节 现代气候变化	(177)
一、气温长期变化趋势	(178)
二、降水变化趋势	(180)
三、气温、降水量的综合变化	(183)
四、气候变化趋势预测	(184)
参考文献	(188)

第一章 农业气候资源特征及其分区

第一节 农业发展的有利气候因素

所谓资源(Resource)一词,系指能为人类利用的自然物质和自然能量。既然如此,各种资源都具有从一种物质(或能量)转换成另外一种物质(或能量)的性能,农业气候资源系指能为一切绿色植物光合作用及其干物质累积提供的光、热、水物质(或能源)。

光是植物光合作用的重要能源,在光合作用过程中,植物将光能转化成生物化学能蓄存起来。光对植物光合作用及其干物质累积速度的影响,主要取决于光强、光质和光周期大小。

要维持植物光合作用正常运行,除要求光能外,还需要热量配合,热量资源包含了温度高低、温度持续时间及这两者乘积所得到的热量总和(积温)三种含义。为了进一步阐明温度性质对植物光合作用差异的影响,除了用日平均温度,还用白天和夜间温度,因为尽管两地日平均温度一样,但由于白天和夜间温度的不同,即气温日较差的不同会引起植物净同化量的差异。

在植物的光合作用中,只具备光能、热量还不够,还要维持足够的水分。这不仅因植物光合作用生成的碳水化合物本身需要一定的水分,植物的根系从土壤里提取养分,将叶子里生成的碳水化合物输送到其他器官,都需要水分以溶剂的作用去完成。植物体水份循环靠蒸腾维持的水势差来完成,补充植物体水分来源的主要源泉是土壤耕作层水分,这就是为什么我们常常用天然降水和农田蒸散量之差,即农田水分盈亏(在没有地表径流和地下渗透情况下)去评价作物生育的水分条件。

上面已阐述了农业气候资源的概念、农业气候资源的因素及其作用,下面将联系到黄土高原地区农业气候资源的实际状况,分析它的优势和劣势。

一、光能丰富

根据本区太阳辐射年总量,大于等于 0°C 期间太阳辐射总量和大于等于 10°C 期间太阳辐射总量分布状况,这里的光能资源还是比较丰富的。

区内太阳辐射年总量(图1-1),东南部为 50×10^8 焦耳/米²,西北部为 63×10^8 焦耳/米²,全区在 $50 \times 10^8 \sim 63 \times 10^8$ 焦耳/米²之间。除了我国的新疆和青藏高原(分别为 $55 \times 10^8 \sim 65 \times 10^8$ 焦耳/米²和 $55 \times 10^8 \sim 80 \times 10^8$ 焦耳/米²)略高于本区外,其它地区如东北($45 \times 10^8 \sim 55 \times 10^8$ 焦耳/米²),长江流域以南($45 \times 10^8 \sim 55 \times 10^8$ 焦耳/米²)四川盆地($35 \times 10^8 \sim 45 \times 10^8$ 焦耳/米²)均比本区低。

大于等于 0°C 期间太阳辐射总量(图1-2)关系到包括喜凉作物在内的光能供给状况,全区为 $40 \times 10^8 \sim 48 \times 10^8$ 焦耳/米²,这比我国大于等于 0°C 积温期间相当的东北地区太阳辐射总量($30 \times 10^8 \sim 40 \times 10^8$ 焦耳/米²)远远要高。

大于等于 10°C 期间太阳辐射总量(图1-3)关系到喜温作物生育期内的光能供给状况,全区为 $27 \times 10^8 \sim 34 \times 10^8$ 焦耳/米²,这比我国大于等于 10°C 积温期间相当的长江流域以北的某些地区($15 \times 10^8 \sim 34 \times 10^8$ 焦耳/米²)高。