

中国热带亚热带西部 山区农业气候

《中国热带亚热带西部丘陵山区
农业气候资源及其合理利用研究》课题协作组

气象出版社

中国热带亚热带西部 山区农业气候

《中国热带亚热带西部丘陵山区农业气候资源
及其合理利用研究》课题协作组

气象出版社

(京)新登字 046 号

内 容 简 介

本书是反映我国热带、亚热带西部山区农业气候研究水平和主要成果的专著。全书共分十章,分别阐述山区自然地理环境、农业资源整体优势和开发利用中农业气候问题;影响山区气候的重要天气系统,揭示山区光、热、水农业气候资源变化规律,主要农业气象灾害发生规律和防御对策,主要农林作物气候现象的时空变化规律及名、优、特农林作物气候生态适应性问题;分析西部山区农业气候特征及合理开发途径,探讨合理开发西部山区农业气候资源进行不同区域不同门类的农业决策等。本专著是根据 1987 年 12 月至 1990 年 2 月为期 27 个月的山区梯度气候观测及经济林木物候观测和山区农业考察资料撰稿,资料较系统、翔实,紧密联系生产实际,具有较强的实用性,对于我国山区农业开发、建设与治理等方面具有重要的指导意义。

本书可供从事农业、气候、环境和国土整治等方面的科研、教学及有关领导部门的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国热带亚热带西部山区农业气候/《中国热带亚热带西部丘陵山区农业气候资源及其合理利用研究》课题协作组著。—北京:
气象出版社,1995.5

ISBN 7-5029-1881-7

Ⅰ. 中… Ⅱ. 中… Ⅲ. ①农业-气候-热带山区-中国 ②农业-气候-亚热带-山区-中国 IV. S162.22

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路 46 号 邮编 100081)

责任编辑:庞金波 终审:纪乃晋

封面设计:严瑜仲 责任技编:吴庭芳 责任校对:吕 影

北京昌平环球印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:17.25 字数:438 千字

1995 年 5 月第一版 1995 年 5 月第一次印刷

印数:1—1000 册

定价:17.80 元

中国热带亚热带西部丘陵山区农业气候资源 及其合理利用研究课题协作组

领导小组:组长 黄玉生 副组长 刘天适

成员(按姓氏笔划排):王陆东 王炳忠 邓昌松 许炳南 李桂琴 阮均石
胡圣立 欧阳首诚

技术组:组长 黄玉生 副组长 吕从中 张养才 熊志强

成员(按姓氏笔划排):卞福久 肖修炎 余优森 庞庭颐 张统钦 胡毅
缪启龙 尹晓毅(秘书)

协作单位课题技术组:

四川省气象局 熊志强(组长) 钟国长 刘建清 王华荪 陈兴华 朱承熙
蒋富东 税远亮 沈正怀 廖勇

云南省气象局 卞福久(组长) 万振宇 王宇 王鹏云 李建鑫 刘家清
余美兰 曹高生 蒙运澄 熊宏斌

贵州省气象局 肖修炎(组长) 吴战平(副组长) 于俊伟 刘益兰 杜勇
张红叶 幸伟汉 罗万伦 赵广忠 黄枚

广西壮族自治区气象局 庞庭颐(组长) 马轮基 宾士益 覃儒林 卢春泽
赵杰

海南省气象局 张统钦(组长) 詹尊严(副组长) 李春秀 林熙 林书秀
陈小丽 王峰 胡粤安

陕西省气象局 吕从中(组长) 王双环 肖永全 鲁渊理 李诚明 张立新
姚渊 朱琳 郭兆霞 陈明彬

甘肃省气象局 余优森(组长) 葛秉均 任三学 林日暖 陈俊 陈臻妹
尹东

中国气象科学研究院 张养才(组长) 叶一舫 沙奕卓 王炳忠 霍治国

南京气象学院 缪启龙(组长) 赵学余 冯定原 李湘阁 周锁铨 闵庆文
吴息 潘山青 李庆龄 陶炳炎

成都气象学院 胡毅(组长) 石凤云 朱克云 唐佑民 王忠 龙向东
李金辉 于杨 周定文 付华

前 言

我国山地丘陵占国土面积的 2/3,自然气候资源丰富多样,开发潜力极大。科学家预言,21 世纪将是生物科学的世纪,以生物技术为主体的高新产业将会得到迅猛发展,为合理开发利用山区自然气候资源提供强有力的技术保证。实行开发促治理,以治理保开发,把振兴山区经济与环境整治寓于农业发展之中,大大促进我国高产优质高效农业的发展和加速农业现代化的进程。

我国热带、亚热带西部丘陵山区(以下简称西部山区)包括琼、桂、滇、川、黔五省及陕南、陇南地区,面积约 120 万平方公里,地形地貌极为复杂。本区受东亚季风及高原环境的双重影响,形成丰富多采的农业气候资源类型和区系繁多的生物资源,具有综合发展农、林、牧、副、渔业多种经营的整体优势。本区又是少数民族集居区和向西南周边国家开放的前沿地带。因此,积极开发土地辽阔、农业资源潜力大的西部山区,加快建设高产优质高效大农业的生产基地,不仅提高生态环境质量,促进山区经济不断增长,而且可以巩固民族团结和缓解东部沿海地区环境容量和土地资源日趋紧张的态势,对保证全国经济持续、稳定、协调增长具有重要的战略意义。

1987 年,在全国农业区划委员会大力支持下,国家气象局组织了“我国热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源及其合理利用”课题协作组。承担课题研究的有云南、四川、贵州、广西、海南、陕西、甘肃 7 省(区)气象局及中国气象科学研究院、南京气象学院、成都气象学院等 10 个单位。在西部山区 7 大山系、14 个剖面,统一布设 65 个山区气候梯度站点,进行为期 27 个月(1987 年 12 月—1990 年 2 月)山区气候观测和多种农林作物物候、生长量、品质等平行观测,开展山区农业气候考察,取得大量的第一手资料,填补了我国西部山区多山系气候、物候同步资料的空白。

本项研究分 12 个专题:(1)热量资源及其合理利用研究;(2)水资源及其利用研究;(3)光能资源特征分析;(4)应用遥感技术解译哀牢山区日照场及其光资源的研究;(5)逆温特征及其利用研究;(6)农林作物物候分析及其利用研究;(7)农业气象灾害分布特征的研究;(8)名、优、特作物气候生态适应性研究;(9)农业气候特征与农业合理布局的研究;(10)粮食增产的气象问题与途径的研究;(11)农业气候资源开发利用的优化规划和战略决策;(12)农业气候数据库及应用软件系统。

本书是对上述 12 个专题科研成果的系统归纳总结,同时吸收和融汇了近年来国内外有关丘陵山区农业气候研究成果。本书应用的基础资料比较系统和翔实,在撰写过程中紧密联系西部山区农业生产实际,注意实用性,力求反映我国丘陵山区农业气候研究的进展和先进水平,为我国山区开发、建设与国土治理等方面提供科学依据。

主编张养才,编委(按姓氏笔划顺序):卞福久、吕从中、张养才、张统钦、余优森、肖修炎、庞庭颐、胡毅、黄玉生、熊志强、缪启龙。本书各章节执笔人:第一章,张养才;第二章,秦剑、张云谨、张统钦;第三章,第 1、5 节胡毅,第 2、3、4 节肖修炎(其中第 3.4.5 小节庞庭颐);第四章,吕从中;第五章,缪启龙;第六章,庞庭颐;第七章,王华荪、钟国长、熊志强、陈兴华、蔡元刚;第八章,第 1、3、4 节余优森,第 2 节余优森(柑桔)、卞福久、朱勇(香蕉、芒果、橡胶树、云南大叶种茶

树、香荚兰)、熊宏斌(甘蔗、咖啡、胡椒、云南烟草、香料烟);第九章,第1节张统钦(五指山),第2节卞福久(哀牢山)、庞庭颐(岑王老山),第3节刘建清、熊志强、税远亮(攀西山地)、肖修炎(大娄山),第4节吕从中(秦岭南坡、米仓山北坡、大巴山北坡)、陈兴华、朱承熙、钟国长、王华荪(大巴山南坡)、余优森(西秦岭);第十章,第1、2节张养才,第3节冯定原。

本书是“西部山区”课题技术组集体研究成果。1993年完成初稿,1994年经技术组组织集体审稿两次,于1994年11月完稿。本书在撰写过程中得到了全国农业区划委员会、中国气象局科教司、气候司以及所在省(区)市、县气象部门及各级地方政府的关心和支持。当然,还要感谢西部山区气象台站广大气象工作者,没有他们的有力支持,我们将会一事无成。在出版本书之际,特此致以衷心的感谢。

目 录

前言

第一章 绪论	(1)
§ 1 热带、亚热带西部山区自然环境及气候特征	(1)
§ 2 热带、亚热带西部山区农业生产现状及其评价	(6)
§ 3 热带、亚热带西部山区主要农业气候问题	(10)
第二章 热带、亚热带西部山区主要天气气候特征	(14)
§ 1 东、西部山区天气气候的主要差异	(14)
§ 2 西部山区的主要天气系统	(15)
§ 3 西部山区天气气候特征	(18)
第三章 西部山区热量资源的农业气候分析	(24)
§ 1 热量资源和农业生产	(24)
§ 2 西部山区地形对温度分布的影响	(26)
§ 3 热量资源的垂直分布	(29)
§ 4 热量资源的地域分布和热量带的划分	(36)
§ 5 山区逆温、暖层	(46)
第四章 西部山区水资源的农业气候分析	(53)
§ 1 水资源和农业生产	(53)
§ 2 地形、海拔高度对降水的影响	(55)
§ 3 地形、海拔高度对雾、相对湿度和蒸发的影响	(63)
§ 4 西部山区水分资源的地理分布	(67)
§ 5 西部山区水分资源分区	(72)
第五章 西部山区光能资源的农业气候分析	(75)
§ 1 光资源与农业生产	(75)
§ 2 地形、海拔高度对日照时数的影响	(76)
§ 3 地形对太阳辐射各分量的影响	(82)
§ 4 山区光资源的时空分布	(87)
第六章 西部山区主要农业气象灾害	(98)
§ 1 暴雨与洪涝	(98)
§ 2 干旱	(104)
§ 3 低温冷害	(108)
§ 4 秋绵雨	(111)
§ 5 霜冻和热作寒害	(114)

§ 6 冰冻和冻害	(118)
§ 7 冰雹	(124)
第七章 西部山区主要农林经作物候	(128)
§ 1 主要农林经作物候与气候因子的关系	(128)
§ 2 主要农林经作物候的时空变化	(131)
§ 3 物候规律与山区农业资源开发利用	(143)
第八章 西部山区粮食生产及名特优作物	(147)
§ 1 粮食生产	(147)
§ 2 热带、亚热带经济林果	(153)
§ 3 特种经济林木	(177)
§ 4 食用菌	(182)
第九章 热带、亚热带西部山区农业气候各论	(187)
§ 1 热带山区(五指山)	(187)
§ 2 南亚热带山区(哀牢山、岑王老山)	(194)
§ 3 中亚热带山区(攀西山地、大娄山)	(207)
§ 4 北亚热带山区(秦岭、米仓山、大巴山、西秦岭)	(220)
第十章 西部山区农业气候资源开发利用与农业决策	(239)
§ 1 农业气候资源评述	(239)
§ 2 农业气候资源的垂直分层	(251)
§ 3 农业气候资源开发利用与农业决策	(257)

第一章 绪 论

§ 1 热带、亚热带西部山区自然环境及气候特征

1.1.1 热带地区自然地理环境与气候特征

我国热带地区的面积约占全国总面积的 0.91%；东部包括雷州半岛、海南岛(0.4%)、台湾南部(0.1%)、南海诸岛(0.01%)；西部包括滇南若干低热河谷地区(0.4%)。西部热带区比东部热带区偏北 4—6 个纬度，成为世界上热带的北缘^[1,2]。我国热带区(主要是海南岛和云南的西双版纳两个地区)基本上属于山地丘陵，热作特产资源丰富。

东部热带区以海南岛—雷州半岛面积最大。海南岛山地集中于中部偏南，海拔 800m 以上的中山占全岛面积的 17.9%，500—800m 的低山占 7.5%，250—500m 的高丘占 7.7%，250m 以下的低丘和台地占 38.2%，阶地和冲积平原占 28.7%。整个山地以万泉河—昌化江谷地分为东西两部分。东半部主要由东北—西南走向的五指山(1867m)、青春岭(1445m)、马咀岭(1317m)及吊罗山(1250m)、牛上岭(1287m)组成。西半部东西走向的山脉有两列：一列为黎母山(1440m)、鹦哥岭(1811m)、猴猕岭(1655m)和尖峰岭(1412m)；另一列为雅加达岭(1518m)、坝王岭和仙婆岭(1412m)。山地东西宽 120—140km，南北长 90—100km，最大垂直高差 1600m^①。五指山、鹦哥岭为海南岛最高中心，并是全岛三大河流(南渡江、昌化江、万泉河)的发源地和分水岭。海南地貌呈圆锥形，形成中央高、四周低的环行层状结构的中央山地，山地边缘为丘陵盆地，沿海为台地平原。海南地势从里到外，可分为中部山地带、丘陵盆地、台阶地平原带；河流自中部山区流向外围，呈放射状水系，流程短而湍急。

海南岛广泛分布着热带季风气候作用下形成的砖红壤。其具有分解淋溶强烈，富铝化特征明显，风化程度深，发育层次不明显的特点。表土暗红或砖红色；在垂直方向的土壤，自下而上有砖红壤性红壤(赤红壤)、山地黄壤、山顶灌丛草甸土等。不同土类的理化特性有不同的特点。总的说来，海南岛的自然土壤一般为中等肥力水平，土壤有机质在 1.5—2.5% 之间，森林土壤肥力有机质含量可达 5—6% 以上，一般分布在海拔高的山地，土层薄，森林一旦被破坏，肥力迅速下降。

海南岛自然植被区系，约有 3000 多种热带种类。其中木本植物有 1400 多种，引种的热带植物种类繁多，素有热带植物王国之称。植被类型有常绿季雨林、落叶季雨林、沟谷雨林、山地雨林，山地常绿阔叶林、热带针叶林，海岸红树林、灌丛、草原等；人工植被有橡胶林、椰子林、腰果树、紫胶林和茶园、胡椒园以及木麻黄林、桉树林等。

滇南热带区，东起元江下游的河口县，西至大盈江以西的盈江县，东段和西段位于北回归线以南，西段纬度稍高，西北端至 25°5'N；地处横断峡谷山地尾梢，北倚青藏高原，占全省面积的 16.2%；海拔高度、纬度相对偏低，境内低山、中山绵延，山川平行，河谷呈树枝状伸入其间。

① 海南行政区公署农业区划委员会海南岛热带农业区划综合考察队汇编，海南岛农业区划报告集，(1981)。

沿河谷分布有串珠状的宽谷盆地、平坝及阶地,一般海拔高度在 400—700m 以下,在金沙江河谷还出现了热带的“飞地”。主要河流有龙川江、大盈江、怒江、澜沧江、元江等水系,水源充沛^[3]。

滇南热带区土壤母质风化壳深厚,植被生长旺盛,从谷坡到山岭依次发育有砖红壤、砖红壤性红壤、红壤、黄壤、黄棕壤。部分地区还有紫色土,土层深厚,酸性较强,砂、粘适中,自然肥力较高。热带植被为雨林、季雨林、稀树草原,主要特种经济林有橡胶、油棕、贺得木、槟榔、咖啡、腰果、金鸡纳、椰子等,珍贵用材林有柚木、铁力木、轻木、望天树等。

我国热带地区气候受低纬热带海洋的影响,终年得到大量的太阳辐射,气候暖热,雨量充足,其主要气候特征:

(1) 热量资源丰富,夏长无冬,温度年较差小,日较差大,热带农林作物周年生长

东部热带区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温在 8000—9000 $^{\circ}\text{C}$ 以上,年均温为 22—26 $^{\circ}\text{C}$,最冷月均温为 16—21 $^{\circ}\text{C}$,最热月均温为 29 $^{\circ}\text{C}$,气温年较差为 8—12 $^{\circ}\text{C}$,日较差为 8—10 $^{\circ}\text{C}$ (广东平均 6—8 $^{\circ}\text{C}$);西部热带区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温近 8000 $^{\circ}\text{C}$,年均温为 21 $^{\circ}\text{C}$,最冷月均温为 16 $^{\circ}\text{C}$,最热月均温为 24—25 $^{\circ}\text{C}$,气温年较差为 8—10 $^{\circ}\text{C}$,日较差一般在 10—16 $^{\circ}\text{C}$ 左右,最大值可超过 20 $^{\circ}\text{C}$ 。本区全年水稻可三熟,甘蔗可四熟,冬季可以种花生。

海南岛紧靠大陆,冬半年仍受冬季风的影响,热量条件南北差异大。北部的海口至南端的崖县,直线距离约 216km,纬度相差不到 2 度,年均气温差 1.7 $^{\circ}\text{C}$,最冷月均温差 3.7 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温崖县高于海口 600 $^{\circ}\text{C}$ 。五指山区南北坡垂直方向年平均气温直减率为 0.62—0.72 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温直减率为 260—348 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,”立体气候”和”立体农业结构”的层次明显。滇南热带区虽比海南岛偏北 4—6 个纬度,但因北、西两面是高大的高原和高山,冷空气难以入侵,而从印度洋来的暖湿气流可以沿横断山脉抵达滇南,所以水热资源丰富。虽然热量资源稍逊东部热带区,但无冻害发生。在海南岛南部种植的热带作物咖啡,在芒市生长良好^[4]。

(2) 冬干夏湿,降雨量时空变化大,降雨强度大,水资源丰富

海南岛平均年雨量约 1640mm,东部多于西部,山区多于平原,年雨量呈环状分布。东部多雨区年降雨量达 2000—2400mm,西部少雨区仅 1000mm 左右(如东方仅 993mm)。最大年雨量(琼中 3760mm)与最小年雨量(东方 275mm)可以相差 14 倍。全岛不仅具有东湿西干的特点,而且干湿季节十分明显。年雨量 80—90%集中在 5—10 月,11—4 月雨量仅占 10—20%。滇南热带区也有湿季和干季两种类型,湿季雨量在 1400—1800mm,干季雨量在 800mm 以下。干季雨量占年雨量的 11—19%,湿季雨量占年雨量的 82%左右。可见,我国热带地区无论是东部的海南岛或是西部的滇南地区,均具有雨热同期、干凉同季的气候特点。这为水稻、茶树、橡胶、可可、咖啡、油棕、腰果、椰子、香蕉、荔枝、龙眼、甘蔗及热带雨林提供了优越的水热条件。

我国热带地区降雨量集中、雨强大,往往几次暴雨过程就可决定整个雨季及年雨量的大小。以日降雨量 $>80\text{mm}$ 作为暴雨日,海南年暴雨日平均为 2—5 天,多雨区为 8—11 天。有时可以连续出现 2—3 天暴雨,如万宁县 1972 年 12 月有 5 个暴雨日,雨量达 1224mm(占年雨量 35%),其中有一天日雨量 $>300\text{mm}$ 。海南岛的特大暴雨基本上是台风引起的,大风伴随暴雨,对农业危害大。滇南年暴雨日(日降雨量 $\geq 50\text{mm}$)平均为 7.2 天,暴雨次数多、强度大,能引起严重的水土流失,造成下游地区洪涝成灾。

(3) 日照充足,太阳辐射总量多,生产潜力大

我国热带地区因受季风影响,大部分地区虽然终年云量较多,但太阳高度角大,昼夜长短差异小,在晴天和晴热季节光照强度大。全年日照时数可达 1700—2750 小时,年太阳辐射总量

达 4500—5785MJ/m²,比长江流域、华南等地区偏多。据统计^[3],滇南光能生产潜力为 840—910kg/亩;海南岛水稻光能生产潜力为 3750—4400kg/亩,甘蔗鲜重为 30000kg/亩,橡胶干胶为 790kg/亩^①。目前热带地区农业生产水平还较低,光能利用率平均<1%,与国内和世界上高产地区(光能利用率达 3%左右)差距更大。此外,丘陵山区由于云雾增多,散射光资源丰富,适宜喜荫湿的作物生长,有利于茶、烟等名优特产品的生产。

(4) 干旱、大风、暴雨等灾害性天气发生频率高

海南岛地处南海和太平洋的台风的影响范围,每年 5—11 月为台风季节。台风带来的雨量可以减少夏秋季干旱的威胁,但台风登陆时,暴雨伴随大风,风涝灾害严重。统计 1951—1978 年间,影响海南岛的台风共 221 个,平均每年 7.9 个。1973 年 5 月,14 号强台风在琼海登陆(最大风速 61.2m/s),台风经过的地区橡胶树断倒率达 50—90%,砖瓦房几乎全部摧毁,台风过程中最大日雨量>250mm。台风来临时,风大、降雨强度大,不仅水土流失,而且河水暴涨,大部分农田受淹成灾。在干旱季节,降雨量小,冬春连旱严重,有时甚至会影响正常的农业生产活动以及生活供水,往往限制热带农业资源的开发利用。滇南地区因地理位置优于海南,冬半年冷空气不易入侵,主要受来自印度北部的大陆气团控制;夏半年受来自印度洋的暖湿气团控制,形成冬季干暖,夏无酷暑,降雨日数较多,年平均风速仅 1—3m/s,在局部地区有时出现干旱和暴雨,对农业也有一定的影响。

1.1.2 亚热带西部山区自然环境与气候特征

亚热带西部地区(22—34°N,110°E 以西),包括甘、陕、川、黔、桂、滇六省区的全部或一部分,面积约 120 万 km²,山区丘陵占总面积的 80—90%;地势自西北向东南呈阶梯状递减,山脉大体为东西向或南北向或东东北-西西南走向,相对高差平均在 1500—3000m 以上;地理位置介于海拔高度 4000—5000m 的青藏高原一级阶梯和东部地势低平的三级阶梯之间,处在青藏高原边缘的斜坡上;山体比亚热带东部山体更为高峻,离海较远(除广西壮族自治区外),地势高亢,河流纵横,切割较深,在湿热气候环境下,溶蚀强烈,成为我国岩溶地貌最发育的地区之一;高原多断层,形成许多山间盆地,当地称“坝子”;地貌类型也远比东部亚热带地区复杂多样。

亚热带西部山区,因受大地构造控制,山脉出现四种走向:①东西向或东东南-西西北走向的山脉:秦岭、米仓山、大巴山、岷山、龙门山。主峰太白山海拔 3767m。受造山运动的影响,形成了许多小盆地。有些河流上游形成数级阶地和狭谷地貌。②东北-西南走向的山脉:华蓥山、七曜山、巫山、大娄山、五莲岭、乌蒙山、梁王山、云开大山和十万大山等,海拔高度在 1000—4000m 以上。山地多为碳酸盐岩与砂页岩构成,溶蚀切割强烈。如长江在奉节以东切穿巫山,形成著名的长江三峡;乌江切穿大娄山也形成峡谷。③南北走向的山脉:主要有高黎贡山、怒山、云岭、大凉山、牦牛山和鲁南山等。由于构造断陷形成了许多山间河谷盆地,又因怒江、澜沧江、金沙江、安宁河等穿插其间,形成高耸的山体和深切的河谷相间排列的地貌格局。④西北-东南走向的山脉:主要有哀牢山、无量山等。

亚热带西部地区雨水充沛,高大山脉之间,河川纵横并有众多大小不一的湖泊。源于青藏高原流经云南省的有金沙江、怒江、澜沧江;源于云南省的有红河、南盘江和龙江;在长江水系中,除流经黔、川的金沙江外,尚有岷江、沱江、嘉陵江、乌江、汉水、赤水河、清水河、白龙江等;

① 海南行政区公署农业区划委员会海南岛热带农业区划综合考察队汇编,海南岛农业区划报告集,(1981)。

珠江水系有西江、北盘江、南盘江等河流。亚热带西部地区湖泊虽不及亚热带东部地区有著名的五大淡水湖,但湖泊的数量甚多,如云南省境内大小湖泊有 40 多个,总蓄水量为 290m^3 ,云贵高原及川西一带海拔 6000m 以上的极高山近 50 多座,终年积雪,冰河悬垂,素有“固体水库”之称,总储水量可达数百亿 m^3 ,从长期来看,开发利用有很大潜力。总起来说,亚热带西部地区河流主要接纳季风降雨量补给,多为雨源补给类型河流。河流丰富的径流量是发展灌溉农业的有利条件,其中有很多河流落差大、水流急,水电资源丰富。

亚热带西部山区的土壤,由于地形、成土母质、气候、水文地质条件及人为耕作的影响,土壤既具有地带性分布,又有非地带性土壤镶嵌分布的特征。席承藩等(1984 年)在全国土壤区划中,把亚热带西部地区划为富铝质土区域^[1];汉中、安康两盆地及陇南河谷为黄棕壤、山地棕壤区;四川盆周山地、贵州高原为黄壤、石灰(岩)土、水稻土区;四川盆地为紫色土、水稻土区;桂中、黔南为石灰(岩)土、红壤区;云南高原为红壤、水稻土区。红壤系列是亚热带西部地区很重要的森林土壤类型,具有一定肥力水平,在光热充足的条件下,适宜发展亚热带经济作物、果树和林木;岩性土系列广泛分布在广西、贵州、云南和四川,呈中性至碱性反应,矿物质养分比较丰富;水稻土系列主要分布在四川盆地及其周围山地和云南高原,是本区重要的农业土壤资源,开发水稻土的生产潜力,对加速本区农业生产具有重要意义。

亚热带西部复杂的自然环境条件,孕育了丰富的植被类型:北亚热带是常绿-落叶阔叶混交林带,代表性森林为壳斗科的麻栎、栓皮栎和苦槠、青冈及马尾松等针叶林组成的针阔叶混交林;中亚热带是常绿阔叶林带,代表性森林以壳斗科、山茶科等间有落叶属种为主组成的(半湿性)常绿阔叶林和以壳斗科栲属等树种为主组成的常绿阔叶林,在石灰岩地区有榆属、朴属、青檀属、榉属等树种组成的常绿、落叶阔叶混交林,还有云南松、华山松、马尾松及人工杉木林、毛竹林等;南亚热带是季风常绿阔叶林带,代表性森林有以栲属、木莲属、木荷属树种为主组成的季风常绿阔叶林。本区中、南亚热带地区由于干湿季节分明,常绿阔叶林一般分布于海拔 2600m 以下。植被垂直分布随坡向和高度差异明显,以大巴山南坡为例:1500m 以下为基带植被,以青冈属、石栎属的耐寒种类为主组成的常绿阔叶林为代表类型,间有巴山松、马尾松、杉木、铁坚杉等亚热带针叶林及慈竹、刚竹等亚热带竹林;海拔 1500—2000m 的植被以苞石栎、青冈、冬青、水青冈、桦木、四照花为主的常绿与落叶阔叶混交林,还有华山松为主的针叶林;2000—2300m 的植被是以华山松为主的针叶林和槭树、桦木组成的混交林;2300—3000m 是以巴山冷杉为主的亚高山针叶林^[5]。此外,云贵高原山高谷深,干热河谷地带以木绵、木蝴蝶、酸角、番石榴及黄茅、香茅、芸香草等为主的热带性稀树草丛;湿热河谷地带,虽分布常绿阔叶林,也因气候偏旱,主要是耐旱的滇青冈、黄毛青冈、高山栲、元江栲及银木荷等树种组成;沿海地区为红树林。

亚热带西部地区处在冬夏季风与青藏高原环流的交汇地带,形成冬干夏湿、干湿季分明的季风气候;并因地势高差悬殊,气象要素垂直变化大,立体气候比亚热带东部更为显著^[6]。主要气候特征是:

(1) 纬度地带性明显,热量水平变化大

亚热带西部地区,自南而北有南、中、北亚热带,属亚热带东岸季风气候型。生长季热量条件略逊于亚热带东部地区,但冬暖效应明显。在相对海拔 300—400m 高度以下基带层,热量一般由南向北递减。自南亚热带至北亚热带之间,跨越约 9—10 个纬距,年平均气温为 $13—21^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 $4300—7300^{\circ}\text{C}$,持续日数为 210—360 天。受纬度影响明显,纬度增加一度,年平均气温递减 $0.8—0.9^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温平均递减 $100—110^{\circ}\text{C}$,持续日数递减 15—17 天,

差异十分显著。例如,地处高海拔低纬度的富宁(23°39'N,海拔高度 685.8m),年均温为 19.3℃,最热月均温为 25.4℃,最冷月均温为 10.8℃,气温年较差为 14.6℃,≥10℃积温为 6436.8℃,持续日数为 307 天,凉夏暖冬,生长季长;纬度偏高的汉中(33°04'N,海拔高度 509m),年均温为 14.0℃,最热月均温为 26.1℃,最冷月均温为 1.9℃,气温年较差为 24.2℃,≥10℃积温为 4475℃,持续日数为 220 天,夏热冬冷,生长季短。

(2) 非地带性影响强,立体气候显著

亚热带西部地区分布着多种多样的地貌类型,海拔高差悬殊,各种气候要素都随高度呈现有规律的变化:①高原或高山地势高,空气透明度好,辐射强度大,总辐射量多。如海拔 3000m 以上的川西高原与海拔 500m 左右的四川盆地比较,前者年日照时数>2600 小时,年辐射总量>5860MJ/m²;后者年日照时数<1200 小时,年辐射总量平均为 3500MJ/m²,两者年总辐射量差 2360MJ/m²,年日照时数相差 1400 小时。②根据亚热带西部山区 14 个剖面观测资料,温度随高度升高而递减,年平均气温递减率为 0.62℃/100m,≥10℃积温平均递减率为 246.3℃/100m,气温递减率夏大冬小,南坡大于北坡。③山区降雨量随高度增加大体呈线性递增、抛物线、低山区增加缓慢而中高山区急剧增加及单纯递减 4 种类型。如大娄山南坡年降雨量线性递增率平均为 47.2mm/100m,而岑王老山南坡年降雨量随高度呈抛物线形,在海拔 1220m 高度出现最大降雨量,在海拔 1220m 以下,年降雨量递增率平均为 61.1mm/100m,在 1220m 以上,年降雨量递减率平均为 166.1mm/100m,年降雨量随高度单纯递减的西秦岭东南坡递减率可达 117.5mm/100m^[4]。可见,山区垂直方向气候要素的变化远大于水平方向的变化,立体气候显著。

此外,气流的抬升、绕流和气流汇合作用,以及山体对冷空气的阻滞和屏障作用,在水平地段和某一高度形成“暖区”、“暖层”、“冷湖”和“湿岛”,往往对农业生产提供温暖湿润的生态环境。

(3) 冬干夏湿,水热配合较好

亚热带西部地区冬干夏湿的气候特点与四季分明的亚热带东部地区气候特征有很大差异,并和亚热带西岸型地中海夏干冬湿更是形成鲜明的对照。前者是雨热同季,为生物的生长发育提供良好的自然生态环境,水热优势可以得到充分的发挥,大大提高了太阳辐射能利用的有效性,后者是水热资源不同期,优势不能互补。亚热带西部地区年雨量平均为 800—1500mm,年降雨量的 70—80%以上集中在 4—10 月份,基本和作物生长季一致;作为反映作物生长季热量水平的≥10℃积温平均在 4200—7300℃以上,主要粮食和经济作物生长都集中在这一时期,水热配合较好,可以促使种植方式与农业结构的多样性。

(4) 季风气候的不稳定性,农业气象灾害多

冬夏季风使广大地区的水热条件在时空分布上既有长期的趋势变动,又有不同周期的波动变化。如桂、川、黔及陕南、陇南,主要受东南季风的影响;云贵高原及川西,主要是西南季风的影响。季风的强弱、进退,在年际之间有较大变化,反映在生长季、雨期的长短及其热量、雨量的数量上具有不稳定性特点,往往出现干旱、洪涝、低温、霜冻等主要农业气象灾害,直接威胁农业增产丰收。据统计,广西壮族自治区 1957—1980 年出现全区性干旱频率为 69.6%,受洪涝灾害的作物面积超过 100—200 万亩的年份占 40%^[7];云南省近 10 年每年平均受灾面积占全省总播种面积的 23%,其中旱灾面积占 51%,低温霜冻灾害占 25%,洪涝、滑坡及泥石流占 18%,大风、冰雹、病虫害占 6%^[3]。

§ 2 热带、亚热带西部山区农业生产现状及其评价

1.2.1 农业生产概况

热带、亚热带西部山区,包括海南、广西、云南、贵州、四川省(区)及陕西南部、甘肃陇南地区。总耕地面积 22544.4 万亩,占全国总耕地面积的 21.3%。其中水田为 10474.7 万亩,旱地、山旱地 11786.0 万亩,分别占西部山区总耕地面积的 46.5%和 52.3%。西部山区现有耕地中,除海南省的平原耕地面积较大外,其余各省区平原耕地面积仅占 3—19%,山地和高原的耕地面积占 80—97%,如贵州、云南、陇南分别占 97%、94%及 92%。从现有土地利用状况来看,旱地和山旱地约占本区总耕地面积的一半以上(52.3%),水田占 46.5%,水浇地占 1.2%。其中云南、陕南、陇南的旱地面积最大,分别占 61.3%、79.0%、92.2%。在农耕地面积中,旱涝保收农田仅占 6—25%;山旱地、望天田、雷响田、冷水田、烂泥田等中低产田约占总耕地面积 74—93%^[8]。

本区土地辽阔,矿产、能源及农业资源丰富多样。由于自然、社会、历史等因素的影响,农业生产水平相对较低,地区间发展也很不平衡。本区农业总产值平均低于全国水平的 22%,目前尚有 3000 万人口温饱问题没有解决。本区人均有耕地不足一亩、人均有林地面积 1.98 亩、人均森林蓄积量 11.4m³,低于世界人均的耕地面积(5 亩)、森林面积(12 亩)、森林蓄积量(83m³);森林覆盖率(18%)比和我国亚热带山区相似的日本(62%)低^[4]。以粮食产量来说,粮食平均亩产 215kg,明显低于全国(242kg)和日本(344kg);人均占有粮食 257kg,低于全国平均水平 110kg。甘蔗、茶叶亩产量分别为 2617kg 和 32.72kg,也低于全国的甘蔗(3540kg)、茶叶(35kg)和世界的甘蔗(4030kg)、茶叶(75kg)的亩产量。可见,本区丰富的水热资源以及土地、耕地、森林地等农业资源尚未能得到合理利用,粮食及主要经济林果产量在地区间十分不平衡,低产面积大。如四川省粮食平均亩产 272kg,海南省、陇南地区粮食平均亩产分别仅 161kg 和 109kg。统计(1981—1990 年)本区 12 个山区县主要作物平均亩产比亚热带东部山区低 100—150kg 以上。同时各县之间产量差异也很大,以双季早稻来说,五指山北麓的儋县平均亩产 262kg,岑王老山、牯牛山山区亩产 416—586kg;同一山区,哀牢山东坡双季早、晚稻产量高于西坡 2 倍多,东坡甘蔗亩产 4913kg,西坡仅 2518kg;同时作物产量年际间也有很大差异,米仓山北坡的南郑县,中稻最高年亩产量 488kg,最低年亩产量平均 244kg。小麦、玉米、油菜等作物产量情况类似。经济林果产量地区间差异也很大,四川省茶叶平均亩产 36.46kg、柑桔 366.31kg、烟草 90kg,云南省分别为 17.83kg、126.84kg 和 127kg^[4]。

1.2.2 西部山区农业资源的优势

1. 具有发展大农业和建设优质种群资源的自然地理环境优势

西部山区跨越了青藏高原、横断山脉、云贵高原、四川盆地、秦巴山地、滇桂岩溶山地和粤桂山地,并有屹立于南海并有明珠之称的海南岛。境内高山峡谷相间排列,高原、盆地、平坝、河谷地及沿海平原分布其间,地势高差悬殊,在如此复杂的地形、地貌、土壤、气候的生态环境条件下,形成了从热带、亚热带河谷至高山冰雪冻土带的“立体气候”。本区大部分地区未受冰川侵袭,成为动植物的天然“避难所”,古老的原始类群和孑遗种类保存完好,成为我国乃至亚洲的名副其实的“动植物王国”。在这些种类繁多的动植物中,有大量的特有或具有世界意义的珍

稀和孑遗种类;有极其丰富的野生生物资源;有人们生活基本需求的栽培作物、饲养动物的种质资源等,可供人类去开发利用。生物资源是具有再生性、多样性及其可供筛选的有用资源,可以培育出国内外竞争能力强的优势生物资源。因此,可依托独特的地理环境、土壤和气候条件,建立大农业的种质基因库和野生资源的保护区^[9]。如四川省目前有 15 个自然保护区,保护区既是研究生态类型原始状态的重要场所,又是天然的信息库、基因库,还可培育出国内、国际市场上竞争能力强的优势生物种群。

西部山区的耕地多呈现分散、高差大、旱坡地多的特点,并不同程度地受到不利的自然气候条件的制约。农业生产在垂直方向上的差异具有明显的立体农业气候资源优势。从宏观上看,在相对高度 300—400m 以下,是以种植业为主,发展高产优质高效农业;相对高度 400—800m 之间,具有发展农林牧业生产并举和大力建立名优特商品生产基地的优势;相对高度 800—1000m 以上,以林牧业为主,可以积极营建经济林、用材林、薪炭林、防护林和水源林,一般 10—20 年即能成林成材;还可因地制宜建立优质草场,发展畜牧业。总体上可构成农林牧业结合的立体大农业体系。

2. 具有发展商品农业和开拓创汇农业的资源优势

西部山区是全国生物资源最丰富的地区,珍奇种类繁多,孕育着许多名贵品种和优势种群。脊椎动物总数占全国 69.58%,鸟类占全国 74.28%,爬行类占 60.26%,两栖类占 75%,淡水鱼类占 70%,种子植物约在 2000 种以上,占全国种数的 2/3。在这些种类繁多的动植物中,可供人类开发利用的有:人们生活需求的多种野生稻、野牛等种质资源;极为丰富的经济昆虫;脊椎动物中的革用兽类 20 余种;药用动物 80 余种及肉用渔猎动物等。另外,在供观赏的动物中有世界著名的大熊猫、金丝猴等;植物资源中药用植物种类占全国的 3/4,香料植物 300 余种,野生油料植物 200 种,淀粉植物、纤维植物、树脂树胶植物、观赏花卉和野生多维果类植物等等^[9]。此外,尚有深受人们喜爱的食用菌 300 种以上。长期实践中,各族人民积累了开发利用各类生物资源的丰富经验,80 年代以来,随着世界食品和日化产品需用香料年增率以 30% 递增,本区已开发有 12 种香料,为世界香料市场提供制作名牌精油产品,可见天然香料植物是本区的优势资源之一。本区提供的中药材产量约占全国的 1/2,例如云南省种植三七、砂仁、当归、杜仲、黄连等名贵中药材达 21.5 万亩,年产值 1.03 亿元。近年来,世界花卉市场走俏,贸易额已超过百亿美元,目前年增率以 9% 的速度递增,本区有 2500 余种观赏花卉植物资源,若能以国内外鲜花市场为导向,一方面加强野生花卉植物种质资源保护,另一方面引种、驯化和培育新品种,积极建立不同品种的花卉商品生产基地,不仅能满足国内外对花卉日益增长的需要,而且开拓创汇农业,可以大幅度提高经济效益。本区食用菌资源也极为丰富,但目前主要是不重视现代科学管理和优质菌源的开发研究,结果产量低、优质产品少,经济效益较低,在国内外市场缺乏竞争力。此外,紫胶、五倍子和白腊等虽是本区开发较好的野生生物资源,目前还是远远不能满足国内外市场的需要。

西部山区名优特农林产品中,有大量的杉、松、樟、柚木、铁杉、银杉等用材林资源;有大量的油茶、油桐、乌桕等经济林资源;有享誉中外的茶、橡胶、烟草、香蕉、椰子、咖啡、可可、蔗、麻、蚕桑、药材等经济作物和土特产品资源优势。其中有在港澳和国内外市场需求量大的香蕉、荔枝、菠萝、龙眼、甜橙及沙田柚等热带、亚热带水果;贵州省的杜仲、四川省的中药材,广西区的肉桂、八角等已逐步发展成为优势的名牌出口创汇的大宗商品,名茶、名烟早已驰名国内外市场。

3. 具有明显的潜在农业资源优势

农业资源的丰度可衡量一个地区农业生产增长前景及其生产潜力。西部山区在历史的长河中,因交通不便、流通阻塞、资金不足、市场信息不灵和科技人才不足等因素的制约,尤其是在开发农业资源过程中缺乏统一规划,存在种、养、加工、产、供、销等环节不协调,各地区农业资源开发利用程度极不平衡;有些地区利用不合理,有些地区未能把丰富的农业资源开发出来,结果产品和经济效益都很低。以热带的海南和滇南来说,海南省低于 500m 的丘陵、台地、平原占 74.6%,按光能生产力推算,粮食亩产可达 3750—4400kg,但目前实际平均亩产仅 166kg,低于广东省(215kg/亩)和全国(240kg/亩)的产量水平,其它如橡胶、咖啡、可可、胡椒、腰果、油棕、芒果、香蕉等单产,均大大低于世界平均水平。据研究,在海南岛中部山区的人工草地测试,年亩产鲜草量可达 2500—3000kg,比天然草地高 4—5 倍,比丹麦人工草地亩产鲜草 1600kg 还高,可是,目前海南人工种植的优良热带牧草仅 5.5 万亩,约占现有草地面积的 0.48%,不仅远远低于发达国家的水平(美、原苏联占 10%以上,加拿大占 20%,新西兰占 80%),而且也低于国内平均水平(1.6%)。滇南的橄榄坝农场橡胶最高亩产 226.26kg,株产 10.03kg,产量不仅超过海南,而且与马来西亚相当;闻名中外的“普洱茶”产区勐海,试验茶园亩产茶叶可达 300kg^[10,11]。上述事实足以证实西部山区具有相当大的生产潜力。桂南盛产的龙眼、荔枝、沙田柚,产量分别列居全国第 2 和第 3 位,近年已成为国家出口创汇的重要物资;四川省利用高产杂交中稻品种再生力强的特点,中稻收获后,蓄留再生稻,充分利用夏秋光热水资源,由 1981 年的 69 万亩到 1989 年超过 600 万亩,单产由平均 75kg/亩到 105.5kg/亩,最高达 200kg/亩以上。推广再生稻已成为开拓增产粮食的一条重要途径。本区水热资源丰富,林木可以终年生长,人工林每亩每年平均生长量达 0.5—1.0m³,速生用材林 10—20 年即可成林成材。海南、广西沿海滩涂海产养殖业,对虾年可二造,饲料充足的可三造,年亩产可达 60kg,高于北方沿海产量 4—6 倍;各地尚能利用河湖、堰塘、水库发展养殖业,也可取得显著效益。近年来,各地区进一步调整作物布局,引种良种,推广地膜育苗和水旱轮作,增产显著。如利用冬暖效应,发展多种高档蔬菜生产,建设一批南菜北调的冬菜生产基地,供应北方大城市和港、澳市场,已取得明显的经济效益。诸此种种,不胜列举,充分显示西部山区农业具有很大的增产潜力。

由于本区地势高差悬殊,光、热、水资源及土壤资源的垂直分布差异显著,形成了复杂多样的立体农业气候资源。据估算西部山区不同坡向在垂直方向的水稻、小麦、油菜、玉米、甘蔗等主要的作物气候生产力,远远超过现有实际产量的 1—2 倍以上。以单季稻气候生产力为例,岑王老山区在垂直方向(300—1500m)气候生产力可达 470—630kg/亩,在海拔 1500m 高度单季稻气候生产力尚达 470kg/亩以上,而实际生产中仅 150—200kg/亩。据统计西部山区基带站单季稻实际产量仅 250—468kg/亩^①,充分说明比现有耕地大得多的丘陵山地有巨大的生产潜力。

1.2.3 农业生产中的一些问题

西部山区地势高差大,山高谷深,峰峦重叠,江河纵横,有高原、平原、盆地及众多的平坝及河谷地,这比地貌以平原丘陵和孤立低山组成的亚热带东部山区具有很大差异,使立体农业资源比亚热带东部山区更复杂多样。除了亚热带东部山区农业生产中存在的 4 个问题(①农业生产结构单一性与农业资源多样性不相适应;②名特优农产品商品率低,经济效益差,创汇农业

① 叶一飏、张养才,热带、亚热带西部山区作物生产力的研究,(1992)。

的优势未发挥;③丰富多样的农业气候资源,尚未能充分合理的开发利用;④森林破坏,水土流失,生态环境恶化,是农业生产发展的主要障碍^[12],在西部山区农业生产中更具有普遍性外,西部山区农业生产中尚存在下列两个重要问题。

1. 粗放经营的传统农业与迅速发展的商品经济生产不相适应

西部山区除成都平原、汉中盆地、桂东南及云贵高原的大平坝区的农业集约化和现代化水平较高外,其它广大地区受制于自然单元,受自然经济思想的影响,习惯于自给自足的小农经济体系,基本上单一结构的粗放经营方式,尤其形成了一种以粮、猪为主体的生产体系,长期影响着农村的经济收入,堵塞了农村剩余劳力的出路。在这种生产体系下,丘陵山区丰富的农业资源不仅得不到有效的利用,生产力不能很快发展,并对农业资源有破坏性。如部分地区甚至还是刀耕火种、广种薄收,不仅产量低,而且水土流失严重。如海南省每年水土流失面积达200km²,每年损失表土上亿吨,水稻产量仅为全国平均水平的54.8%,甘蔗为56.9%,但农业集约化水平高的儋县,实行水稻、花生、番薯轮作,每亩水稻可增产100kg以上,花生增产25kg以上,番薯增产250kg以上^[11];又如桂东南地区集约化水平高和实现科学管理的高产果园,甜橙、沙田柚亩产可达1500kg,荔枝达1150—1250kg,龙眼1500kg,而一般粗放经营的果园,甜橙、沙田柚平均亩产250kg、荔枝150kg、龙眼200kg,均低于国内同类水果的产量^[13]。显然,采用粗放农业经营方式,无论种植业、果林业或畜牧业,均不能发挥本区自然气候资源优势,结果农业资源的利用率低,农业产量不高,产品质量差,商品生产率低,与日益迅速发展的农业商品市场经济不相适应。因此,冲破传统的小农经济体系的生产模式,提高农业集约化水平和加强科学管理是改变本地区农业落后面貌的首要任务。应有计划地建立各种不同门类的农林牧商品生产基地,提高单产和品质,同时建立相应的产品加工业,实行产、供、销结合,扩大产品出口,增强产品对市场的应变能力,提高经济效益,加速农业向商品化、现代化和创汇率高的方向发展。

2. 农林牧业并举与实现粮食自给的根本途径

当前,西部山区农业的腾飞,面临着丰富的自然气候资源与落后经济的矛盾,人口增长、经济发展与生态环境退化的矛盾。西部山区人均现占有粮为191—366kg,平均为257kg,比全国人均占有粮367kg低110kg,粮食自给没有得到解决。土地后备资源开垦前景有限,随着人口增长,需要粮食的态势比较严峻。近30年来,重要产粮区四川省很少调出余粮,广西壮族自治区和云贵两省已从余粮区变为缺粮区。西部山区山川纵横,区际和区内的交通运输极为不方便,长距离从区外调进粮食,运输费用高,负担重,需要消耗大量的财力、物力,并加剧运输紧张程度,会对地区经济发展产生严重的制约。因此,加快农业发展步伐,实现区内粮食基本自给,是西部山区发展国民经济的最根本的任务。西部山区实现粮食自给的根本途径,不能采取毁林、毁草开荒种粮,应该实行农林牧并举的立体农业体系:①必须大幅度增加农业投入,迅速扩大灌溉面积,改善农业生产条件,提高耕地生产力,加速占耕地面积2/3的中低产田的改造,努力提高单产,有计划建设一批粮食生产基地。②充分利用草山草坡等饲料资源,进一步发展舍饲畜牧业,增加肉、蛋、奶类的供应量,不仅可以改善人民生活水平,相应也能减少对粮食的需要量。③加强防护林营造与速生丰产林基地建设,利用荒山荒丘营造薪炭林,同时加速发展经济林果。防护林、薪炭林和经济林不仅能增加经济效益,更重要的是改善农业生态环境,这对西部山区农业增产丰收是一个十分重要的问题。