

陈明荣 著



QIN LING DE QI HOU YU NONG YE

秦岭的 气候与农业

陕西人民出版社

秦岭的气候与农业

陈明荣 著

陕西人民出版社

秦 岭 的 气 候 与 农 业

陈 明 荣 著

陕 西 人 民 大 学 出 版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 汉中地区印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张7.25 字数150,000

1988年12月第1版 1988年12月第1次印刷

印数1—2,100

统一书号：12094·39 定价：0.75元

序

本书的主要目的是想通过对秦岭气候的分析,揭示山区气候的某些普遍规律及其对农作物生长的影响,为秦岭地区发展农业生产提供气候方面的科学依据。秦岭是我国著名的山脉,历来人们都把它作为我国南北自然条件的分界线,因此研究秦岭气候有着特殊的意义。著者从六十年代初期以来,就开始从事秦岭气候的研究工作,但由于种种原因,工作时断时续,直到1974年,在西北大学地理系领导的支持与鼓励下,在秦岭地区进行了实地考察之后,才着手整理十多年来的研究资料,编写成了这本书。

书中以第二、三、七、八等章的篇幅讨论了秦岭地区的热量状况。在第二章中详细地介绍了辐射能的分布和变化规律,这不仅仅是因为山区坡向、坡度不同使太阳辐射变化比较复杂,需要了解其分布的规律性,而且也是分析一个地方气候生产潜力的基础。第三章叙述本区温度分布的特点,为第七章评价农作物生长的热量条件提供基本资料。第八章从太阳辐射及温度方面分析了秦岭地区气候的生产潜力,并在第九章中对如何提高光能利用率作了简要的评介。

第四、六、七章讨论了秦岭地区的干湿状况及其对农作物生长发育的影响。干旱是本区严重的自然灾害,我们在各地调查中,遇到这方面的问题也最多,因此,专列一章来讨

论。

著者采取以上观点编写本书是一种尝试，紧紧围绕热量与水分这两个重要因素展开分析讨论，而对其他方面只作了简要的叙述，况且有些问题还是探讨性的，因限于水平，书中缺点和错误在所难免，希望读者指正。

在编写过程中，承傅抱璞教授提供宝贵意见，李兆元同志为本书第十章增添了他近年来的研究成果，王明华同志提供了天气资料；初稿完成后，又承朱炳海教授、龙斯玉同志提出修改意见；杨金钿和巨凤麟同志为本书清绘插图，在此一并向他们表示谢意。

陈明荣

1982年1月

目 录

序

第一章 秦岭的地理条件及环流特征	(1)
第一节 地理位置及地形对秦岭气候的影响.....	(1)
一、秦岭的范围及地形.....	(1)
二、海陆分布及青藏高原对秦岭气候的影响.....	(4)
三、秦岭的屏障作用.....	(8)
第二节 土壤及其对气候的调节.....	(12)
第三节 植物分布.....	(19)
第四节 农作物分布及轮作制度.....	(22)
第二章 辐射状况	(25)
第一节 太阳辐射随海拔高度的变化.....	(25)
一、直接辐射.....	(26)
二、散射辐射.....	(28)
三、总辐射.....	(30)
四、反射率.....	(31)
五、大气透明度特性.....	(32)
第二节 地面辐射平衡.....	(36)
一、辐射平衡各分量的计算方法.....	(36)
二、辐射平衡各分量的分布.....	(38)
三、辐射平衡各分量的年变化.....	(41)
第三节 坡地辐射状况.....	(46)
一、坡地可照时间.....	(46)

二、坡地天文辐射	(50)
三、坡地辐射平衡	(53)
第三章 温 度	(60)
第一节 温度的分布及变化	(60)
一、气温的水平分布	(60)
二、气温的垂直分布	(66)
三、四季限度	(67)
四、气温的变化	(69)
五、地温、冻土	(70)
第二节 农业指标温度	(71)
一、农业指标温度始现及终现日期及持续日数	(71)
二、积温	(73)
第三节 对农作物生长不利的低温与高温	(76)
一、低温与霜冻	(76)
二、高温	(78)
第四章 降水与蒸发	(80)
第一节 降水量的分布及年变化	(80)
一、降水量分布	(80)
二、降水量的季节分配	(83)
三、降水变率和保证率	(85)
四、雨日及连阴雨	(88)
五、降水强度—大雨和暴雨	(90)
第二节 蒸发力	(91)
一、蒸发力分布	(91)
二、蒸发力的年变化	(92)
三、坡地蒸发力	(94)
第三节 干燥度	(97)
一、干燥度分布	(98)

二、坡地的湿润状况.....	(98)
第四节 水量平衡.....	(101)
一、地面蒸发.....	(102)
二、地表径流.....	(102)
三、地下水分布.....	(106)
第五章 风、温度、云量及日照.....	(107)
第一节 风向与风速.....	(107)
一、风向.....	(107)
二、风速.....	(110)
三、大风.....	(111)
第二节 湿度.....	(112)
第三节 云量及日照.....	(115)
一、云量及晴天日数.....	(115)
二、日照.....	(117)
第六章 干 旱.....	(119)
第一节 历史时期的干旱特点.....	(119)
第二节 盛夏干旱的环流形势.....	(121)
第三节 干旱分析.....	(123)
一、干旱的特点.....	(123)
二、干旱分区.....	(127)
第四节 干旱的防御.....	(133)
一、灌溉.....	(133)
二、修建水平梯田.....	(134)
三、深耕深翻土地.....	(142)
四、避旱栽培.....	(142)
第七章 农作物生长的气候条件评价.....	(144)
第一节 农业气候条件的一般评述.....	(144)

第二节 农作物生长的热量、水分条件评价.....	(147)
一、水稻.....	(147)
二、冬小麦.....	(153)
三、玉米.....	(160)
四、棉花.....	(162)
五、亚热带经济植物.....	(164)
第三节 主要农作物栽培的气候适应区.....	(166)
第八章 气候的生产潜力.....	(173)
第一节 生理辐射分布.....	(173)
一、植物利用光能的特点.....	(173)
二、秦岭地区生理辐射分布.....	(175)
三、生理辐射的潜在干物质当量.....	(179)
第二节 温、光生产潜力.....	(184)
一、光合速率与温度的关系.....	(185)
二、秦岭地区温光生产潜力分布.....	(187)
第三节 水分对光合潜力的影响.....	(189)
第四节 气候生产力区划.....	(191)
一、区划指标.....	(192)
二、区划结果.....	(195)
第九章 提高气候资源利用率的途径.....	(198)
第一节 改革熟制, 提高复种指数.....	(198)
一、提高复种指数.....	(199)
二、汉江谷地发展双季稻问题.....	(200)
三、冬水田起旱, 扩大复种面积.....	(201)
第二节 因地制宜推行间作套种.....	(202)
一、带状间作太阳辐射边际效应.....	(202)
二、几种主要带状间作方式的光能利用分析.....	(211)

第三节 增加叶面积, 充分利用强日光和	
二氧化碳.....	(215)
一、合理密植.....	(215)
二、调整播种期, 尽量利用较长光照时间和	
较强太阳辐射.....	(216)
三、改善通风条件, 增加二氧化碳供应.....	(218)
参考文献.....	(219)

第一章 秦岭的地理条件 及环流特征

第一节 地理位置及地形对秦 岭气候的影响

一、秦岭的范围及地形

秦岭是横亘于我国中部的一条东西走向的山脉，山脉以北属黄河流域，气候比较干旱；山脉以南属长江流域，温暖湿润。在气候、植物和土壤分布上，山脉南北之间都有明显的差异。因而，长期以来秦岭一直被作为我国的一条重要的地理分界线。

秦岭的范围有所谓广义秦岭与狭义秦岭之分。广义秦岭西接昆仑山，起自岷山以北，向东蜿蜒，经甘肃境内、陕西南部延入河南境内（伏牛山），在方城附近地势突然低落，为著名的南阳溢道。溢道地势低平，有利于南北气流交换。过南阳溢道后，山脉走向变为西北—东南向，一直伸展到长江北岸附近，有桐柏山、大别山、洪山、张八岭、岷山等，统称淮阳山系。此山系向东海拔降低，与丘陵相连。广义秦岭东西长约1500公里。狭义的秦岭只限于陕西南部、渭河与汉江之间的山区，西以嘉陵江为界，东至丹江河谷与伏牛山相

接。本书中所指的秦岭地区是狭义的秦岭（包括山麓附近的丘陵平地），所跨纬度大部在北纬 33° — $34^{\circ}30'$ 之间，位于副热带位置。

秦岭主脊起自宝鸡南部的大散岭，中经太白山、终南山与华山相连，山峦迭障，沟谷纵横，山峰高度在2000~3000米上下。最高峰太白山海拔3767米，比南麓的汉江河谷或北麓的渭河河谷高出3000米以上，山体巍峨，气势磅礴。秦岭的主要山峰有玉皇山、太白山、首阳山、终南山、华山等。

秦岭北坡为一大断层，北坡顺着断层上升，渭河谷地循着断层下降，南望秦岭，宛如苍龙，雄伟壮观。秦岭北坡陡峻，山麓至山脊线水平距离不过40公里，河流深切，流水挟带的砾沙至山前因流速骤减而停积下来，成为冲积扇裙。秦岭北坡这种短小水急的河流很多，有所谓秦岭七十二峪之称。峪是指短而深的山谷，山上流水汇入其间，坡降大，流速急。峪与平原相接之处就是峪口，重要的峪口有田峪口、大峪口、小峪口、子午口、黑峪口、斜谷口等，这些峪口是入山必经之地，也是北来气流沿河谷爬升的通道。流水出峪口后常有一部分下渗而潜于地下，所以山前地带的地下水比较丰富，低凹处有泉水涌出。

渭河沿岸地势平坦，自宝鸡至潼关东西长约300公里，常称“八百里秦川”，土壤肥沃，气候温和，适宜冬小麦、棉花、玉米等农作物栽培，为富饶之地。

秦岭南坡较缓，宽度100—130公里，因而河流较北坡的长，比降也较小，主要河流有嘉陵江、褒水、潁水、子午河、乾佑河以及丹江、洛河等。秦岭南坡山谷深邃，土层浅薄，除一些山间盆地和丘陵缓坡外，农耕地不多。然而海拔

较低的地方气候温和湿润，适宜于多种农作物生长，只要地形、土壤适于农耕，产量并不低。洛南海拔超过1000米，因北屏秦岭山脊，北边的冷空气不易侵入，气候温暖，雨量适中，是秦岭南坡的重要粮食产地。山阳盆地、月河盆地以及其他丘陵缓坡都是山区的主要农作区。

汉江沿岸，盆地与狭谷相间分布，盆地多分布在西部，较大的盆地有汉中盆地和安康盆地。汉中盆地东西长约100公里，从勉县至洋县一段地势平坦，河谷宽阔，加以汉江南北岸的支流较多，水源丰富，盛产水稻，为陕西省主要的水稻产区。安康盆地较小，地形起伏，除安康—恒口一带地势平坦而适宜种植水稻、小麦以外，其他地方玉米较多。

秦岭主要岩石为结晶变质岩系和花岗岩，由于挤压紧密，山大谷窄，东西之间交通不便，南北之间的交通也因北坡陡峻、山体高大而很艰难。秦岭在地形上成了我国南北之间的交通障壁，李白诗中的“蜀道难，难于上青天”之句，正是秦岭山区交通险阻的生动写照。在现代化交通发展以前，逾越秦岭有北栈道（也称陈仓道，从宝鸡南行过大散关，逾秦岭至凤县，过留坝至褒城、汉中，现有公路铁路交通）、褒斜道（自眉县西的斜谷入山，过太白县至武关，循褒水河谷至汉中）、傥骆道（从周至的骆谷入山，越秦岭至佛坪，再过兴隆岭到洋县，距离虽短，却艰险崎岖）、黑水蒲河道（从黑水口入山，越分水岭至石泉）、子午道（由西安南子午镇入秦岭，过东江口经宁陕至安康，为今西万公路线）、镇柞道（由大峪口入山，逾秦岭入乾佑河谷，经柞水、镇安至安康）、蓝武道（从蓝田入山，越秦岭至商县，再经武关、荆紫关到湖北的襄樊，是古时关中与长江中游的交

通大道，现有公路交通）等。这些通道都选择了河谷及山脊相对低矮的“垭口”越过秦岭，这些垭口在气象上也有一定意义，南北气流沿河谷越过垭口要比越过高大的山脊容易一些，特别是蓝武道，垭口高度约1300米，两旁比较开阔，为近地层气流的重要通道。商县、丹凤一带的盛行风向多南北向，就是受此通道的影响。

二、海陆分布及青藏高原对秦岭气候的影响

地理环境如纬度、海陆分布、地形对于气候的影响很大。我国位于亚洲东部，东南濒临太平洋，气候上兼受大陆和海洋的影响，季风显著。青藏高原伸入对流层中部，高原本身及其四周地区的高空气流更有其特殊的结构和变化。秦岭位于副热带，东南距海很远，西屏青藏高原，海陆位置及青藏高原加强了本区冷热及干湿季节更替，具有大陆性季风气候的特点。另一方面，秦岭是一东西走向的高大山脉，它对南北气流的交换有一定的屏障作用，减弱了南下的干冷空气及北上的暖湿空气的势力，使得秦岭以北季风气候大陆性增强，秦岭以南季风气候的大陆性减小。

秦岭离海洋较远，又处在西风带内，高空气流来自欧亚大陆内部，陆地的影响胜过海洋，冬季蒙古高压是世界上最强的高压系统，不仅影响我国黄河、长江流域，纬度很低的华南也受其影响。为了比较气候受大陆影响的程度，我们计算了秦岭地区和我国其他一些地点的大陆度（表1）。可以看出，越深入内地，大陆度越大。西安大陆度比郑州大3%，但比兰州、乌鲁木齐的大陆度小，可见大陆对气候的影响与距海远近是一致的。

表 1 我国一些地方的大陆度①

地 点	高 度 海拔高度 (米)	纬 度	气温年较差 (°C)	大 陆 度
乌鲁木齐	653.5	43°51'	39.3	76.1
兰 州	1517.2	36°03'	30.2	67.2
西 安	396.9	34°18'	28.0	64.1
汉 中	508.3	33°04'	23.9	54.1
华 山	2064.9	34°29'	24.7	53.7
商 县	742.2	33°52'	25.2	56.4
凤 县	790.0	33°57'	24.1	53.0
郑 州	109.0	34°43'	27.4	61.4
上 海	4.5	31°10'	24.5	60.2
广 州	6.3	23°08'	14.6	42.8

从表 1 上还可看出：秦岭山体对海、陆影响的屏障作用，西安与汉中纬度只相差 $1^{\circ}14'$ ，汉中还在西安以西位置，而西安大陆度却比汉中大 10%，汉中气候的海洋性成分比西安大。另一方面，从山麓到山顶，大陆度有所减小。从这个意义上说，凸出山峰具有气温年较差小的海洋性气候特征。

海洋是水汽的源泉，秦岭同我国其他地区一样，冬季盛行离岸风，在 750 毫巴上空虽然有印度洋和太平洋水汽输入，能影响到黄河流域北纬 35° 地区，但水汽含量很少，本区受到海洋湿润甚微。夏季水汽输送与冬季完全不同，东南气流

①大陆度用焦金斯基公式计算：

$$K = \frac{1.7A}{\sin\varphi} - 20.4 \quad , \quad (A \text{ 为气温年较差, } \varphi \text{ 为地理纬度})$$

把大量的水汽从太平洋输送进来。西南气流从印度洋带来的水汽对本区的影响较小，因为750毫巴以上，秦岭地区常处于高空大槽后方，有一股干冷的空气南下，不利于西南气流向北推进。

由于海陆的热力性质差异，冬夏季节海陆表面及其上空的温压场也完全不同。从海平面到对流层顶，1月大陆温度都比海洋低。地面蒙古冷高压的上空，在100毫巴处为冷低槽，青藏高原上也是一冷高压，而且最干最冷，其上空300毫巴处为冷低槽；7月地面热低压上空100毫巴处为强大的亚非季风暖高压，青藏高原地区为热低压，比其周围温暖而潮湿，其上空100毫巴处为暖高压。因此，在海陆分布影响的背景下，青藏高原对于气象场的形成起了加强大陆背景的作用，高原东部自由大气里季风的交替大大增强。

解放以来，我国气象工作者对青藏高原气象问题进行了大量研究，取得了显著成绩，这在叶笃正、高由禧等著的《青藏高原气象学》一书中作了综合的论述，有关高原大气环流、天气和气候方面的问题也逐渐明确^①。

冬季，北半球西风带位置偏南，在对流层中部以下，西风气流受青藏高原的阻挡，分成南、北二支。两支西风特别强大，通称西风急流。由于南支西风偏南，北支西风绕过高原北侧后转向东南经陕西向东移行，使冷空气南下更有广阔的空间，加强了我国冬季风的强度。

在高原北侧，西风急流绕过高原时形成一个动力脊，有一明显的辐散区，在短短的距离内，风向有180°的转变。这

^①《青藏高原论文集》：青藏高原气象科学协作领导小组编印，1977年。

条辐散线西部的气流与高原以北正常的西风相遇，形成一条辐合线。辐散线东部的气流沿高原东去，并循高原南下成为北来气流。

在高原南侧，海拔3000米以下也并不是一支简单的西风气流。喜马拉雅山脉南缘为一条狭窄的低压带，由于南支西风被推压到更低纬度，绕过高原时形成了一动力槽，这个槽给我国南部带来了大量暖湿空气，此暖湿气流北上，在北纬30°附近与北来气流相遇，形成很强的辐合线，这条辐合线上经常出现低涡，影响我国东部天气，当低涡向东北移有时，影响秦岭地区。

青藏高原对西风的动力作用在4000米以上主要是爬坡，而分支作用相对而言是次要的。例如，在海拔3000米以下的高原东侧的汉中和重庆之间有较强的辐合，在海拔3000米与4000米之间风向有较大的变化，但海拔4000米以上，风向随高度的变化很小。由于高原迫使气流爬坡，使得高原四周边坡上出现多雨带。同时在一定空气层结下，气流越过山地后形成雨影区。高原四周的少雨带（25°N、40°N与60°E、105°E四条经纬线组成的圈）就是在环绕高原的垂直气流下沉补偿区，这里夏季对流层中层的气压也相对的高些。本区西部凤县及其相邻的甘肃境内降水量较少，正好处在青藏高原四周少雨圈附近。

从冬半年到夏半年，高原上的西风气流有一跳跃式的转变。5月下旬至6月上旬南支西风突然北撤，移到高原北部，高原上空发展成一个强大的反气旋，高原地面因受太阳辐射加热增温而形成热低压。高原东侧有一辐合线，当太平洋高压位置偏东时，此辐合线十分明显。高原南部盛行西南