

小气候的改善与管理

乐天宇 花慎良 于系民 著



农业出版社

小气候的改善与管理

乐天宇 花慎良 于景民 著

小气候的改善与管理

乐天宇 花慎良 于系民 著

农业出版社出版(北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行

南翔印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 9.625印张 210千字

1982年12月第1版 1982年12月上海第1次印刷

印数 1—5,500册

统一书号 13144·254 定价 1.00元

序 一

在百忙中能读到乐天宇与两位气象工作者合著之书稿，甚幸！要我指正，实不敢当。在此只就我个人浅见，谈上几句，供参考。

该书选题切合实际，体现了“人定胜天”精神，突出了“改善与管理”这一主题。它不仅是气候学专著，而且是生物影响气候的生物—气象这一边缘学科的组成部分，是学科间相互渗透研究的结果。

书中关于小气候人工改善讲得是比较全面的，如温室、灌溉、植树造林、风障、水库和人工湖泊小气候以及干旱地、沙漠、草原改造等。把多方面的人类活动同小气候联系起来，使读者能够较全面地理解气候改造对国民经济的意义，结合当地生产，灵活运用，当可奏效。

在材料的处理上，以国内实际为主，参考国外成果，是合适的，能使人们认识在现代化大农业中小气候管理的实际意义（如温室小气候计算机控制），为国内这方面的研究提供一些有益的参考资料。

在修改中，望能把我国气象站哨为农业服务结合进去，如我国站哨预报乃国际独有，为小气候改善服务之实例颇多，二者之结合更体现天气与气候工作之关联。

预祝早日成功！

张乃召

一九七八年八月二十日于中央气象局

序 二

气候,作为植被和作物的一个主要环境因子,不但直接影响植被和作物,并且还通过土壤施加间接的影响。但是,一般所谓气候的主要要素如温度、湿度都是在离地面一米高,而且无阳光照着仪器的条件下测定的;风的测定仪器,规定安装在十米高处,并且要在地形平坦开敞的地方观测。这样规定是为了使观测结果能适应多种用途。贴近地表的气层中气象要素的垂直变化很大;在植被内和作物田间、株间,空气的流通受到阻碍,阳光受到屏蔽,而且受到植物蒸腾的影响等,都使空气的物理状态与气象站的标准观测结果有很显著的差异。所以,用特殊仪器和方法测定贴地气层和植物群内空气的详细气候状态被称为小气候。近来还有把较小范围自然地区(如森林)中的气候称为中气候的;又有把不同地形中气候的详细分布称之为地形气候。

大气候仍然是一个生态系统中基本环境,小气候受到大气候的节制,但是在生态系统中小气候环境是直接起作用的。近几十年来小气候学的研究进展很大,研究生态系统和农、林、牧、副生产有关的科学研究都很需要小气候知识和针对研究的问题进行观测和小气候分析。乐教授和他的合作者著述这本书很及时,内容丰富,结合实际,一定能帮助读者对大农业的现代化作出很多贡献。

程纯枢

一九八〇年十一月于中央气象局

序 三

全书内容丰富,包括小气候的各个领域,如地形、植被、耕作、灌溉、温室、森林、畜牧等各方面。体现了毛主席的“了解自然,克服自然和改造自然,从自然里得到自由”的伟大指示。既把小气候形成原理说清楚,又突出了“改善与管理”,是一本把小气候与国民经济结合起来的好书。

国外同类著作中,如葛哥(R Geiger, 1961)的《小气候学》和塞顿(O. G. Sutton, 1953)的《微气象学》都是为小气候而小气候,微气象而微气象,国外期刊上对此亦有书评。

“气候”本是重要的生态因子,讲“生态”首先要讲“气候”,讲“气候”一定要联系“生态”。意大利生态学家阿齐(G. Azzi, 1956)在他的权威著作《农业生态学》一书开卷第一篇就是“农业气候”,接着才是“农业生态”。罗森堡(N. J. Rosenberg, 1974)在他的《小气候,生物环境》一书中,处处突出小气候的生物环境。最近由英、美、法、苏、日、澳大利亚、加拿大、以色列等八个国家二十八位专家联合编写的《植物和大气》一书(1976)共两卷,第一卷第一章就是英国爱尔斯顿(J. Elston)和蒙台斯(J. L. Monteith)合写的“微气象学和生态学”,也注意到讲小气候必须结合生态,在农业生产上的应用。《植物和大气》是八个国家,二十八位专家协作编写的书,集中这么多人的聪明才智,很可以代表目前国际水平和国际学术界的看法。

乐天宇同志是著名的生态学家,著有很多农业生态学专

著,由他来领导编写《小气候的改善与管理》,最为合适。目前我国很多地方,毁林造田,围湖围海,气候恶化,水土流失,破坏生态平衡,目前正需要这样一类的书,来对症下药,救救已经破坏了的生态平衡!

祝该书早日和读者见面,向农业现代化献礼!

杨昌业

一九八〇年十月二十日于北京农业大学气象系

著 者 前 言

人们生活于小气候环境中，时刻与之接触，逐渐认识到一个环境的若干小气候特异规律。从不自觉地接受它的影响，到自觉地改善它，管理它，使小气候越来越朝着有益于人类的方向发展。

植树造林，绿化荒山，兴修水利(包括喷灌)，科学种田，防治城市大气污染等等，都包含了改善和管理小气候的重要内容。为了人类生活的需要而探讨改善和管理小气候科学的重要性，已越来越被科学工作者重视。近二十年来，著者搜集整理了这方面的一些资料，做了一些分析研究，又参考了国内外有关这方面的若干论文、报告，认为写一本关于小气候改善和管理的著作，很有必要。既可弥补目前这方面专著的不足，又可为开展此领域的科学研究提供一些资料。当然，让广大读者参考以往的实践经验，积极从事改善和管理小气候活动，以求对气象学这一分支学科展开全国大协作，是著者的主要目的。近年来，许多学者认为气象学对农业现代化是重要的，小气候学尤其应为农业现代化贡献成果，本书亦欲从这方面提出一些实际的看法。

本书主要是供气候、农业气象、林业气象等专业的一般科技人员阅读的，也可供其它专业(如农学、林学、水利、畜牧、生物以及城市建筑、卫生)科技人员参考。

我们在写作本书过程中，曾得到中央气象局已故副局长

张乃召同志的热情帮助，他和中央气象局气象科学研究院的一些同志对书稿提出许多宝贵意见，龙岩气象台陈楠同志搜集了书中的一些实例，韩玺山同志为全书绘了插图，谨此一并致谢。

本书涉及知识面较广，由于著者水平所限，错误和缺点在所难免，欢迎广大读者批评指正。

乐天宇 花慎良 于系民

1980年9月志于北京

目 录

序

著者前言

绪论1

第一章 小气候的基本概念和研究方法7

第一节 基本概念7

第二节 小气候的观测方法12

第三节 小气候记录的整理21

第二章 小气候的物理基础27

第一节 支配气候的三个因素27

第二节 作用面的辐射平衡30

第三节 作用面的热量平衡37

第四节 近地面层空气的湍流交换40

第五节 土壤热力特性和土壤的热量交换45

第三章 不同自然地理条件下的小气候50

第一节 坡地小气候50

第二节 山谷与洼地小气候56

第三节 植被与局地气候58

第四节 海滨小气候63

第五节 雪被对局地气候的影响65

第四章 耕作与栽培管理措施对农田小气候的改善69

第一节 若干耕作措施对田间小气候的改善69

第二节 灌溉的小气候效应79

第三节	农田防风设施对小气候的改善	91
第四节	密植的小气候问题	96
第五节	间套作对光能利用的改善	112
第六节	化学方法对农田小气候的改善	118
第五章	保护地小气候	129
第一节	温室小气候的基本原理和特征	129
第二节	温室小气候的控制和调节	136
第三节	水稻育秧温室小气候的管理	143
第四节	塑料棚小气候在蔬菜生产中的利用	146
第五节	“尼龙房”的小气候效应及其在水稻催芽 上的应用	150
第六章	小气候与霜冻的防御	157
第一节	霜冻基础知识	157
第二节	长远性的防霜措施	167
第三节	临时性的防霜措施	175
第七章	森林对降水及林区水分状况的改善	185
第一节	森林涵养水分的意义	185
第二节	森林对林内降水的影响	188
第三节	森林对大气垂直降水的影响	193
第四节	森林增加垂直降水的观测实例	199
第五节	森林增加垂直降水原理	204
第六节	森林对湿度的改善	208
第七节	森林中的蒸发和树木蒸腾	215
第八章	农田防护林的小气候效应	219
第一节	防护林的防风效益	219
第二节	防护林对辐射和温度的影响	225
第三节	防护林对湿度和蒸发的改善	227
第四节	农田防护林网在防御干热风中的作用	234
第五节	防护林对二氧化碳的影响	237

第九章 森林对大气污染的防治作用	
兼论绿化对城市小气候的改善	240
第一节 森林对空气中氧气和二氧化碳的调节作用	241
第二节 森林的吸毒作用	247
第三节 森林的滤尘作用	250
第四节 森林小气候的卫生疗养意义	252
第五节 森林对空气污染的监测作用	253
第六节 城市绿化在防治污染、改善气候中的作用	255
第七节 试论生物防治大气污染的前景	264
第十章 畜牧小气候的改善与管理	267
第一节 牲畜生长发育与小气候的关系	267
第二节 依小气候特点实行科学放牧	271
第三节 畜舍小气候的改善	279
第四节 畜牧业气象灾害及小气候上的防御措施	285
第五节 改善小气候环境与防治家畜疫病	289
第六节 牧草生育与小气候环境的改善和管理	294

绪 论

小气候的改善和管理，在科学著作中，还不多见。然而，改善和管理小气候，对于每个人来说，并不陌生，人们自觉或不自觉地都参与了这一活动，在人与气候的矛盾中，起了一定的作用，也积累了一些经验。

气候，自有地球大气圈与岩石圈以来，就已形成，并且在不停地变动着，虽然这一变动比起天气变化来往往不易被人察觉。气候是由太阳辐射、大气环流与地理条件诸因素相互作用而形成的。整个地球的气候包括大陆、大洋的气候，进而包括各个国家的气候。而每个国家的气候则由许许多多各异的小气候构成，我国幅员辽阔，地形复杂，小气候千变万化，从坡地、果园小气候，到平原、麦田小气候，从雪山、森林小气候，到亚热带海滨小气候，各种类型应有尽有，构成了锦绣河山的中国气候。

从地球生物圈形成之时起，气候就对一切有生命的东西发生影响。气候是人类和一切生物赖以生存的自然环境条件之一，每一个人，每一种生物，无不生活于各种各样具体气候环境之中，说得确切一点，无不生活于具体的小气候环境之中。小气候影响着人们的饮食起居，一个人无论到什么样的地理环境，都会首先接触那里的小气候。因此，即使在自然科学极不发达的古代，人们实际上已注意小气候了。在中外古今的诗、词、歌、赋、散文、小说以及自然科学著作中，描述作者

所到之地小气候特点的，不胜枚举。其中有好多至今仍流传于民间，尽管作者原意不在描述当地小气候，但也足见小气候给人们印象之深。因为小气候提供日常生活以及农林作物的重要环境条件，有了各种小气候所综合的生态因素，作物种子方能萌动、出苗、长叶、开花、结实，进入各个发育生长期。地理性降水，常是保障作物需水的重要途径，在目前和今后相当长时间内，农业尚需依赖自然降水，没有它，库、渠、塘、井必然干涸。太阳光照使植物能进行光合作用，积累干物质而形成产量，必须有温、光、水等多个因素的综合作用，方能实现。恶劣的小气候，会严重地威胁着一个地方的农、林、牧等业生产。在技术不发达的古代，人类没有改善和管理小气候的能力，只是“靠天吃饭”。新中国成立以来，我国人民开展了植树造林，兴修水利，人工防霜等改善小气候的措施，抗御了大气环流所影响的天灾，使生产条件有了改变。可见小气候改善和管理的科学措施有着相当重要的意义。面对着优良和恶劣两种对立的小气候条件，人们更急切地需要科学改善和人工管理小气候。

人类及其生活资料，与小气候环境是一个统一体，有时是矛盾着的，有时是有利的平行着，两者之间相互作用，相互影响。一方面，小气候影响着人们的日常生活，影响着人类的生产活动，影响着人们所居住的城市、村庄，这是容易理解的。另一方面，人类又不断地影响着小气候，这主要是由于人类的生活、生产活动，使地表面貌发生变化，从而影响下垫面粗糙度、反射率和水热平衡的各个分量。这就是人类影响小气候的基本道理。从气候成因来说，是直接影响了局地自然地理环境，间接改变了小范围接收的太阳辐射和局地气流。人们常不自觉地影响了小气候，有时往往使小气候变劣。由于小气候的

劣化,导致较大范围的气候变劣,乃至使一些地方演变成为沙漠和半沙漠的气候,这方面的例子是不少的。恩格斯在《自然辩证法》一书中指出:“美索不达米亚、希腊、小亚细亚以及其它各地的居民,为了想得到耕地,把森林都砍完了,但是他们梦想不到,这些地方今天竟因此成为荒芜不毛之地,因为他们使这些地方失去了森林,也失去了积聚和贮存水分的中心。阿尔卑斯山的意大利人,在山南坡砍光了在北坡被十分细心地保护的松林,他们没有预料到,这样一来,他们把他们区域里的高山畜牧业的基础给摧毁了;他们更没有预料到,他们这样做,竟使山泉在一年中的大部分时间内枯竭了,而在雨季又使更加凶猛的洪水倾泻到平原上。”可是,至今不少地方仍在盲目垦荒,滥伐树木,甚至大面积烧山,导致附近区域小气候环境变劣。对大气环流的不利袭击,不能调节,我国1980年的气候形势,即是如此。至于城市的不合理建设,工矿企业的过度集中,使大气中二氧化碳和其它有害物质增加,形成了城市与工矿区的严重公害,使那里的小气候环境更为险恶,有害于人们的健康和生产了!

这种不自觉地影响小气候给人们带来的不良后果,使人们慢慢地汲取了教训。随着科学的发展,对小气候变化的认识日益深化,从不自觉地使之变劣,到自觉地使之变优。比如,大面积植树造林改善附近小气候,涵养水源,使降水量增加,减少风沙、霜冻等自然灾害,保障农、林、牧、副、渔业的稳产、高产。例如^[1,2],陕西省靖边县的柳桂湾,正当鄂尔多斯大沙漠的南部,风沙长年不断。解放前,那里的森林被毁尽之后,风沙吞没良田1万余亩,逼得当地居民背井离乡。原有的200多户人家只留下7户,1950年以来每年平均植树造林万余亩,7、8年后,森林显现出改善气候的效应,风沙显著减少,湿

度明显上升，农作物可用生长期由120天增至150天。利用这一人工改造过来的对农业有益的小气候环境，发展了农业生产，扩大了耕地面积，粮食连年丰收，人民生活得到改善。

改善和管理农田小气候，实行科学种田，精耕细作，巧夺高产等等，我国农民在这方面曾付出巨大的努力，收到的效果亦颇为明显。例如在实行三茬套种，合理密植时，科学地调整田间作物的群体结构，充分利用热量、光照和水分等农业气候资源，达到1年多熟，熟则高产。类似这样的一些措施就含有改善和管理小气候的丰富内容。此外，人们也摸索出了一些管理局部小气候的经验，比如防风林、水源林、防沙林以及温室、温床和塑料薄膜覆盖等，就是人们很熟悉的管理局部小气候环境的有效方法，使许多作物即使在冬季还能于保护地内生长发育。用塑料棚进行的水稻育秧，阳畦棉花育苗等，也是运用了保护地的一种小气候效应。

人们在改善和管理小气候资源的同时，还采取许多措施不断地改造着恶劣的小气候环境，如修建水库、防御霜冻、监督改造城市污染环境等。如果说打井开渠、人工降水等抗旱措施是在灾害天气来临之时发挥效益的治标措施的话，那末修大型水库，植树造林，培养森林地形雨^[3]，对于改造小气候就有治本的意义了。尽管后一种措施需要大量的人工及较长时间的的努力，而且不象其它措施(如灌溉)那么迅速见效，然而，只要我们把眼光放得长远一些，展望它10年、20年，那末这种由于改善小气候而使大部分地区农业生产环境得到改善的措施，在实现农业现代化中的意义，就很容易理解了。

小气候与大气候的关系是矛盾特殊性与矛盾普遍性的关系，即个性与共性的关系，改善和管理小气候，一般说来，总是从一个个局部地区做起的。通过改造大地形的下垫面（如在

我国的青藏高原)而改善大气候,不但工程浩大,难以完竣,即使有些成果,也极难摆脱大气环流的干扰,因而在实际上,是行不通的。通过改善一个个地方的小气候而达到改善大范围气候,使之有益于农林牧各业,则是切实易行的。号称绿色长城的我国东北西部的大型防护林,就是通过改善它所保护的许多公社小气候,而改善了东北西部的气候以及大气环流给予农业带来的灾害性天气等。例如小兴安岭林区,由于夏季低暖云遇到了森林这样的下垫面,加强了地形抬升作用,而以“森林地形雨”降至地面,增加了林区附近农田的降水,改善了小气候。而与它接近的大兴安岭,则以该林区的全部烧毁,而形成历年的水旱不调。又如在我国华北、中原地区直到河西走廊的北方大范围区域,小麦生育后期受大气环流所带来的干热风影响,对于这样大面积干热风,虽然人们目前还不能在大范围控制之,但是采用农田林网化等有力措施,使网内农田风速减小,湿度变大,极端最高温度降低,从而给小麦创造良好的气候生态条件,即可在各个局部地区减轻干热风的危害。

人民群众在改善与管理小气候方面有着丰富的经验,运用这些经验指导科学种田、营造防护林、合理放牧、兴修水利等活动。这些实际经验给予自然科学(包括气象学、生态学等)以大量研究素材。建国三十多年来,我国有关专业的科学工作者,从实践到认识,从认识到实践,反复探讨了“改善和管理小气候”的科学原理,使之普遍成为服务于社会主义建设的一门基础学科。著者在从事植物生态学、小气候学、农业气象学和天气预报的科学研究、教学以及业务工作中,近二十年来,通过在国内十多个省、市、自治区的农村人民公社、国营农场、林场和牧场、水库、城市及其郊区的考察和调查,搜集了不少有关改善和管理小气候的资料,从科学道理上作了分析综合,