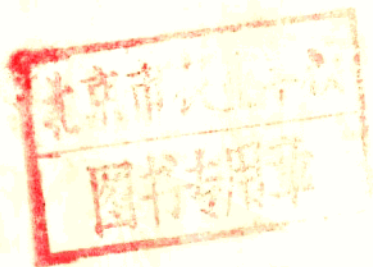


农业气象灾害

陈端生 龚绍先 编



北京农业大学出版社

目 录

第一章	农业气象灾害概论.....	(1)
第二章	干旱.....	(9)
第一节	干旱的概念及发生概况.....	(9)
第二节	干旱的类型及其危害.....	(12)
第三节	干旱指标.....	(17)
第四节	我国各地的干旱.....	(27)
第五节	干旱的防御.....	(35)
第三章	雨涝.....	(41)
第一节	雨涝的一般概念.....	(41)
第二节	雨涝类型及其对农业生产的影响.....	(49)
第三节	我国雨涝的地理分布.....	(51)
第四节	雨涝的防御.....	(55)
第五节	连阴雨及其危害.....	(58)
第六节	暴雨.....	(65)
第四章	低温灾害.....	(76)
第一节	霜冻害.....	(77)
第二节	越冬冻害.....	(89)
第三节	冷害.....	(100)
第四节	热带作物寒害.....	(110)
第五章	高温热害.....	(116)
第一节	高温害及防御措施.....	(117)
第二节	果树及林木的热害.....	(121)

第六章	热带风暴(台风)和大风灾害	(125)
第一节	热带风暴(台风)概述	(126)
第二节	热带风暴(台风)天气	(128)
第三节	影响我国的热带风暴和台风的活动	(135)
第四节	热带风暴和台风的危害及防御	(141)
第五节	大风和风沙	(142)
第七章	冰雹	(150)
第一节	概述	(150)
第二节	我国境内的冰雹活动	(154)
第三节	冰雹的预测和防御	(163)
第八章	干热风害	(166)
第一节	干热风的概念及其类型	(167)
第二节	干热风对小麦的危害	(169)
第三节	我国干热风的分布和气候区划	(181)
第四节	干热风的防御措施	(185)
第九章	畜牧气象灾害	(190)
第一节	黑灾	(193)
第二节	白灾(雪害)	(195)
第三节	暴风雪或冷雨	(202)
第四节	舍饲畜牧业的高温热害	(205)
第十章	森林火灾	(212)
第一节	概述	(212)
第二节	森林火灾与气象条件及森林火险预报	(217)
第三节	森林火灾的时空分布	(224)
第四节	森林火灾的防御	(227)
第五节	雷击火简介	(230)
主要参考文献		(232)

第一章 农业气象灾害概论

【内容提要】

农业气象灾害是指不利的气象条件对农业生产造成的危害，本章概述了近廿年来我国和世界农业气象灾害的发生和危害情况。并依据灾害形成的气象条件分为温度异常、降水异常、风力异常和综合气象条件异常四类主要农业气象灾害，以及这些灾害分布的概况。最后，本章叙述了农业气象灾害防御的长远对策，应急性对策和事后对策，从灾害发生之前、发生之中和发生之后采取各种方法，以减轻灾害给农业生产所带来的损失。

不利的气象条件给农业生产造成的危害称为农业气象灾害，近二十多年来无论是我国或世界上其它国家由于气候变动给农业生产带来巨大的影响，引起世界各国人民的密切关注。我国1950—1982年33年期间遭受的水、旱、风、冻、冰雹等各种农业气象灾害面积总计为107745万公顷，平均每年为3265万公顷，其中成灾面积（以减产30%或以上为标准）约为1300万公顷，占39.7%，若按平均每公顷产量3750kg（即每亩250kg）计算，则平均每年减产15.25亿kg的粮食。实际上，严重减产的年份远大于这个数字，例如，1988年我国农作物受灾面积累计达7亿多亩，绝收面积2000多万亩，严重减产2亿亩，因灾害全国粮食减产100亿kg，受灾人口2亿多。所遭受的主要自然灾害有：黑龙江省的春涝，浙江省的台风和水灾，湖北省的旱灾和洪涝，苏北和皖北的伏旱，湖

南的大水，福建和广东省的暴雨等等。在国际上，1988年也是严重气象灾害年，仅美国、加拿大两个国家的旱灾，就使世界粮食减产6%，约7600万t。中纬度其它一些国家和地区，干旱和暴雨，热浪和寒潮的袭击，也对世界农业造成严重影响。

以上各种异常的气象现象，自70年代以来就频繁发生，据日本国1984年气象厅的报告，从1970年到1983年世界主要国家的重大农业气象灾害见表1—1。

造成农业气象灾害的气象学原因是多方面的，主要是太阳黑子活动和海洋温度的变化使大气环流发生变化，但近十多年来，有些专家们认为，地球表面空气层的二氧化碳量的增加，形成二氧化碳的“温室效应”，这种温室效应使近地气层的温度升高，分析世界各地二氧化碳的浓度，最近二十多年来平均每年约增加1.1%，空气中增加二氧化碳是由石油、煤碳等燃料燃放出来的，大约有56%残留在空气中，从而影响空气温度的增高和使某些地区的旱、涝灾害加剧。美国总统咨询委员会认为，到21世纪中期，空气中二氧化碳将是现在的两倍，中纬度空气温度将增加2—3°C，世界气候将会变暖。

一、农业气象灾害的类型和分布

(一) 类型。农业气象灾害可以依据形成的气象因素，分为以下四类：

1. 由于温度要素造成的农业气象灾害，包括低温造成的霜冻害、冬作物越冬冻害、冷害、热带和亚热带作物寒害，以及高温造成的热害。

2. 由于降水异常造成的农业气象灾害，主要有旱灾、涝灾、湿害、雪害和冰雹等。

表1—1 1970—1983年世界各国主要农业气象灾害

年代	农业气象灾害
1970	东欧、日本的寒冬、罗马尼亚和苏联乌克兰的洪水、非洲南部的暴雨。
1971	欧洲的寒冬、阿根廷的暴雨、日本的冷夏（冷害）、非洲中部的干旱。
1972	中国的严重干旱（降雨量为常年的1/5）、苏联、印度尼西亚和西非的干旱、英国的冷夏和日本的暴雨。
1973	西非60年以来严重干旱、欧洲各国的异常低温、澳大利亚的干旱和蝗灾。
1974	美国的干旱和霜冻害、西欧的冻害、印度北部遭到100年来未有的寒潮。
1975	罗马尼亚的洪涝、欧洲的酷暑高温害、英国伦敦的6月雪、巴西咖啡的霜冻害。
1976	西欧的酷暑高温、干旱、美国东部夏季高温、日本的冷害、中国严寒、冻害。
1977	美国的冻害、日本冷夏。
1978	美国的寒冬冻害、日本和中国的酷暑干旱。
1979	日本暖冬、苏联干旱、中国北方冻害。
1980	美国的酷暑、苏联干旱、日本和中国冷夏。
1981	日本寒冬大雪、冷害、苏联干旱、加拿大暖冬。
1982	澳大利亚、印度尼西亚和南非的干旱、日本长期梅雨天气。
1983	日本暖春、冷害、美国的酷暑干旱。

3. 由于风力异常造成的农业气象灾害，如大风害、台风害、风蚀等。

4. 由综合气象要素构成的农业气象灾害，如干热风、冷雨害、冻涝害等。

广义的农业气象灾害，还包括畜牧气象灾害（如白灾、黑灾），林业气象灾害（如森林火灾）和渔业气象灾害（如风暴、浓雾、冰冻等）。

上述各种不利的气象条件所造成的灾害，不仅直接危害农业生产，还会诱发病虫害，形成间接的农业气象灾害，例如，旱灾可能引起蝗虫的大发生；雨水过多会导致小麦锈病的蔓延和流行；在中国北方苹果腐烂病大爆发的年份，通常与当年冬季强烈的冻害有关系。

农业气象灾害虽然主要由于气象条件异常所造成，但人为因素的影响不能忽视。在自然界中，动植物彼此相互关联、相互制约，保持一定的生态平衡，但因种种的人为原因，使农田生物群落间的生态平衡规律遭到破坏，从而加剧某些自然灾害的发生、发展。例如，黄河中、下游的水灾，其重要原因之一是与上游黄土高原地区未能有效地进行水土保持有关。1976—1977年度我国北方冬小麦发生严重地越冬冻害，与这一年度北方各地主栽小麦品种的抗寒性下降有关。还有，众所周知的我国森林面积大量被破坏，长期以来重采轻育、乱砍滥伐，造成目前水旱灾害的发生面积比建国初期增加65%。也正是由于长江上游的森林被破坏，使长江流域水土流失的面积从50年代的36万 km^2 扩大到现在的56万 km^2 。

人为的影响还表现在我国农业工程设施还没达到先进国家的水平，也就是说，就全国而言，我们的农业生产基本上

是靠天吃饭，天气气候一有波动，就可能形成气象灾害，导致农业欠收。

（二）农业气象灾害分布。

各种农业气象灾害分布规律是很复杂的，在谈到某种灾害时将具体论述，这里仅概括地阐述各种灾害的时间和空间的分布状况。

在时间上，由于大气温度和降水有准周期变化的规律，**相对**高温和相对低温时期、多雨和少雨时期是交替出现的，**所以**，农业气象灾害一般也有其规律可循。例如，有关单位对1470年到1977年的500多年中国旱涝分析表明，中国的旱灾发生具有2—3、5—6、10—11和20年、35年等准周期波动的特点，也就是说，频发年份和少发年份总是交替出现的。我国北方冬小麦越冬冻害，自1949年以来也表现3—4年出现一次的规律。

在空间分布上，就世界范围而言，不同气候带里主要的气象灾害是不同的，在半干旱地带（年降水量一般300—500 mm）旱灾是主要农业气象灾害。中纬度地区的国家，旱、涝、低温、冻害等都比较严重，苏联主要是干旱、干热风 and 越冬作物冻害，加拿大主要是霜冻害和旱灾，美国主要干旱、高温害和霜冻，印度旱、涝灾害都比较频繁，日本北部主要是冷害、南部是台风害、水害，欧洲（尤其是北欧）主要是霜冻害和冻害，澳大利亚经常受干旱的危害，非洲的干旱、南美的霜冻和低温都经常威胁着农业生产。

我国是一个季风气候显著的国家，每年季风来去的迟早、进退的远近和势力的强弱等都有差异，因此造成降水量地区分布既不均匀，且年际变化也比较大，在季节分配上也显著的不均衡，所以，我国的农业气象灾害多种多样，分布

面广，旱灾从东南沿海向西北内陆逐渐加重，华北春旱几乎年年发生，两湖盆地和四川省东部伏旱发生也十分频繁。东部和南方各省涝害、湿害出现次数较多。低温冷害在全国各地都有发生，以东北地区最为严重。冬小麦越冬冻害发生在北方冬麦区，以长城沿线和新疆北部为主，干热风对小麦的危害东起山东、江苏北部，西到河西走廊、新疆均有发生，其中冀、鲁、豫、甘诸省较为严重，雹灾大多数发生在山区或山前平原地带，风灾主要有沿海地区的台风害和华北、西北各省的大风危害。

二、农业气象灾害的防御对策

防御农业气象灾害的对策可以根据其性质分为长远对策、应急对策和事后对策。

(一) 长远对策。其出发点是躲避灾害，中心内容是在分析各类农业生产对象对灾害忍耐能力的基础上，确定相应的生产方式，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧。在种植业内部要合理优化各种作物的种植比例，在生产季节比较紧张的地区必须合理安排好轮作制度，总之，要“顺天时，量地利，则用力少而成功多，任情返道，劳而无获。”

其次，长远对策要求对农业生产的环境进行改善。例如，加强农田基本建设，兴修水利，营造防护林带等，以调节和改善农业气象条件和农田土壤条件，达到保护自然环境和保持生态平衡之目的。第三，加强作物的抗逆性研究，如能使各种类型的作物、林果等品种的抗旱性、抗涝性、抗冻性等特性大大增强，则显著减少农业气象灾害带来的损失。第四，推行农业保险制度。农业气象灾害特征之一是很难找到从经济制度加以预防的办法，因此，对于那些尽管采取各种对策仍然受到损失的农户，较好的办法是由保险公司进行

农业保险救济，做好农业灾害保险的前提是，必须对灾害进行评价，特别是要加强对灾害实况的调查和认识。

(二) 应急性对策。在灾害有可能发生时，采取应急性对策，对于种植业和畜牧业受害程度的减轻是非常重要的，这类办法主要有：

1. 预报灾害的发生，在预报天气灾害的基础上，要及时准确地作出农业气象灾害的预报，以便有效地采取应急对策。

2. 气象技术方面的对策。这类办法多半是暂时改变作物生长的气候环境，达到防御灾害的目的。例如，用熏烟方法防御霜冻害；用灌溉的方法防御旱灾等。

3. 栽培技术方面的对策。在灾害发生或将要发生时从农业栽培技术方面采取措施防御灾害可达到相当好的效果。例如，适时早播利用返浆水以防止春旱，在旱作农业区用早秋耕办法，蓄水保墒以防御翌年干旱；在台风害来临之前，及时收割已处于成熟的作物，或加固果树支撑，可以使灾害程度大大减轻。

(三) 事后对策。在灾害发生以后及时地采取事后对策，可以减轻损失程度，所以，事后对策是不容忽视的。事后对策可分为技术对策和经济对策两类。技术对策是指用技术方法减轻灾害的损失，例如，对冰雹或霜冻危害的作物，只要未全部毁亡，应抓紧灾害后浇水、施肥、促进新叶和新蘖的生长，使受害作物尽快恢复生机。又如受海潮风侵害的作物，要及时进行水洗处理，以减轻盐分的危害，等等。经济对策是指依据灾害发生的实际情况，及时采取发放救济金、农业贷款以及其它方面的经济对策，扶持和发展灾区的农业生产，有助于加速灾后的恢复工作。

复习思考题

1. 农业气象灾害的主要类型有哪些？形成这些灾害的气象学原因是什么？
2. 简述我国主要农业气象灾害的地区分布概况。
3. 农业气象灾的防御对策有哪些？试举例说明之。

第二章 干旱

【内容提要】

(一) 干旱是指某地因长期没有降水或降水显著偏少, 造成空气干燥, 土壤缺水甚至干涸的气候现象。干旱有两种含义: 一是干旱气候, 一是气候异常。干旱是一种气候现象, 是否酿成旱灾除了气象因素外, 还与农业生产本身的特点, 某些自然地理条件和社会经济条件有关。干旱类型有: 土壤干旱、大气干旱和生理干旱。土壤干旱以土壤缺水为特征, 大气干旱则以大气高温低湿为特征。干旱对农作物危害最大的时期是, 播种期、水分临界期和谷类作物的灌溉成熟期。我国农业气象学家在进行干旱分析和预报时, 往往用降水量, 旱期, 降水相对变率, 土壤水分, 降水蒸发比等作指标。

(二) 昆仑山脉、秦岭、淮河一线以北的北方干旱区, 干旱的发生有频繁性、持续性和周期性三个特点; 该线以南的南方干旱区则主要是地区性和季节性。北方干旱区还可分出西北干旱牧区, 西北“绿洲农业”地区, 东北西部风沙半干旱区, 内蒙中部、黄土高原北部半干旱地区和华北中北部半湿润易旱区。

(三) 种草植树、兴修水利, 搞好农田基本建设是防旱、防洪的根本途径; 节水灌溉, 提高水的利用率; 耕作保墒, 覆盖、免耕、抗旱播种, 调节种植制度, 选用耐旱作物以及人工降水都是防旱、抗旱的有效措施。

第一节 干旱的概念及发生概况

一、干旱的概念

干旱是我国重要的气象灾害, 它不仅发生范围广, 而且

出现频率高，是我国农作物产量特别是粮食作物产量年际波动的主要原因之一。

通常，干旱是指：某地因长期没有降水或降水显著偏少，造成空气干燥、土壤缺水甚至干涸的气候现象。

从气象角度看，干旱有两种含义：一是指干旱气候。例如我国西北干旱牧区，年降水量不足250mm，那里光热资源丰富，蒸发量大，常年处于干旱状态，这些地区干旱是基本的气候特征。另一是指气候异常。例如我国东部的湿润、半湿润地区，一般来说，那里的降水量是能够满足农业生产的需要的，但在某些年份，或一年之中的某些时期，降水量显著偏少，则干旱便构成了对农业生产的某种威胁，如果社会由于种种原因未能采取必要的抗旱措施，或抗旱措施不力，则干旱将导致农业欠收，酿成不同程度的灾害。

至于农作物是否遭到干旱的危害，要看农作物体内水平衡是否遭到破坏，它的正常的生理活动是否遭到损害。农作物的水分状况，是由吸收和蒸腾两方面来决定的。如果蒸腾水量超过了吸收的水量，就发生水分亏缺。一旦这种水分亏缺达到某种程度，农作物便难以忍受以致生长缓慢、发育受抑、严重时落花、落荚、落蕾、落果、籽粒不实直至干枯死亡，导致减产或绝收。因此从农业生产的角度看，干旱的发生是一个很复杂的过程，它受到多种因素的制约。首先是气象因素，除了降水量以外，降水的强度、气温、光照、风速也在一定程度上影响干旱的强度；其次是农业生产本身的特点，这里有农林牧结构、耕作制度、农作物种类、生育时期、以及耕作措施等等；第三是某些自然地理条件，如土壤、水文、地形、地貌等等；最后是社会经济条件，如灌溉条件、保持土壤水分所需要的物质条件等。

二、我国干旱发生的概况

干旱是一种世界性的灾害性天气，全球不同地区、不同时期都可能发生干旱，但一般认为在季风气候地区干旱发生的频率更高一些。我国是季风气候显著的国家，干旱发生十分频繁，不仅少雨的北方常常出现，而且多雨的南方也时有发生。据有关方面统计，从公元前206年到公元1949年，我国发生大小旱灾有1056次。根据近五百年历史记载和近代雨量观测，我国严重干旱发生的频次在 25° — 30° N范围内有26次，在 30° — 35° N范围内有34次，在 35° — 40° N范围内有58次。连年发生干旱的情况也并不罕见。

近30年来，全国平均每年受旱面积为2.94亿亩，占耕地面积19.2%，成灾面积达1亿亩。1950—1983年，全国旱灾面积超过4亿亩的有8年，较重的干旱有12年。1951—1980年中，全国受旱范围最大、旱情较重、旱期较长的年份共有11年。干旱一般出现在3—11月，大部分地区持续3—4个月，部分地区持续5—7个月，局地长达8—10个月。1951—1980年30年中东北地区受旱范围最大的有3年，干旱程度较重的平均五年一遇。容易发生干旱的地区主要在营口、锦州、阜新、朝阳、白城、齐齐哈尔、安达一带。东北地区以春旱为主，夏旱也常见，部分年分春夏连旱。黄淮海地区，受旱范围大的有12年，干旱程度较重的平均三年一遇。黄淮海地区，也以春旱为主，其次是夏旱和夏秋连旱。长江流域地区，干旱范围大的有6年，干旱较重的1年。长江流域以伏秋（7、8、9三个月）连旱为主，夏旱、秋旱也时有发生，湖北、湖南、江西、江苏、安徽等省的局部沿长江地区，春夏连旱的次数也不少。华南地区，受旱范围较大的有11年，其中1962和1980年范围最大。华南地区以冬春连旱为主，其

次是秋冬连旱。由于秋冬旱的范围较大，旱情也较重，影响晚秋作物和冬作物的生长。西南地区，受旱范围大，旱情较重的有7年，秋冬春或秋冬连旱为主。我国大部分地区，平均三、四年就有一次较重的旱年。

第二节 干旱的类型及其危害

一、干旱类型

如按农作物受旱机制可将干旱分为：土壤干旱、大气干旱和生理干旱。

（一）土壤干旱。

在长期无雨或少雨的情况下，如果没有灌溉条件，土壤中的水分长期得不到补充，土壤中可供植物利用的有效水分日趋亏缺，最后消耗殆尽，农作物因得不到正常的水分供应遭致旱害。

（二）大气干旱。

虽然土壤中具有一定的可供作物利用的有效水分，但由于空气极度干燥、光照强、气温高，植株蒸腾加剧，终使入不付出，植株体内水分平衡遭到破坏遭致旱害。

大气干旱与土壤干旱有一定的区别：前者以空气干燥、相对湿度低、高温为特征；后者则以土壤缺水为特点。但两者有密切联系，都是长期无雨或少雨造成的。大气干旱往往是土壤干旱的先兆，在大气高温、低湿的情况下，必定会加剧土壤水分的蒸发，土壤中的水分得不到补充，长此导致土壤干旱。在通常的情况下，土壤干旱与大气干旱是相伴而生的。

（三）生理干旱。

这里顺便提一下生理干旱的问题，生理干旱并非是由于土壤中缺水而引起的。往往土壤中有足够的水分，但由于其它环境因素不利或农业技术措施不当，使作物体内水分平衡失调而造成伤害。引起生理干旱的主要原因有：土壤温度过低或过高；土壤通气状况不良，土壤中 CO_2 增多，氧气不足；土壤中溶液的盐分浓度过高；土壤过湿；夏季炎热中午用冷水灌溉蔬菜；施化肥过多等，都影响根系的吸水。

如按干旱发生的时期可将干旱划分为：春旱、夏旱、秋旱和冬旱。（图2—1）。

春旱 发生在3—5月份，发生的地区主要是：秦岭、淮河以北的华北、西北和东北地区，长江上游和云贵高原也偶有出现。春旱发生的原因是冬春雨、雪少而且不可靠，例如地处华北的北京和保定地区，冬春两季降水量不到全年总量的15—20%，降水量的相对变率高达60%以上；春季温度虽不高，但气温回升很快，如北京3月份平均气温仅 5°C ，5月即达 20°C ，使相对湿度迅速降低；这时期上述地区风速又大，故使蒸发加大，土壤水分损失快，蒸发量常常为降水量的几倍。所以几乎年年发生春旱，素有“十年九春旱”、“春雨贵如油”的说法。

春旱主要影响春播作物的适时播种，由于土壤水分不足，种子不能吸收足够的水分而萌发，导致缺苗、断垄，即使萌发出苗的，也因土壤缺水而不能茁壮生长。北方地区冬小麦区，3—5月正是小麦主要生长期，春旱对冬小麦的产量有很大的影响，不能正常的拔节，抽穗、灌浆和成熟，有时甚至是毁灭性的影响。

夏旱 又称伏旱，发生于7、8月份盛夏季节，主要出现在我国的长江流域，特别是四川东部、湖北、湖南、江西、

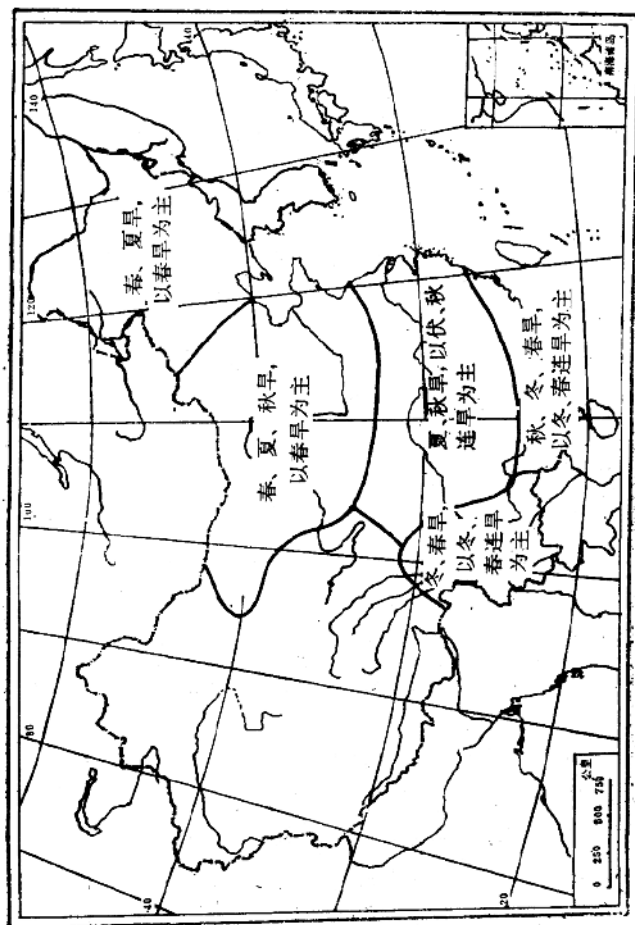


图2—1干旱出现的季节示意图

安徽、江苏、浙江等省；处在副热带高压控制之下，常发生夏旱。夏旱的特点是：日晒强烈，温度高，空气湿度低，因