

我国的主要气候灾害及其对 农业生产的影响^{*}

章基嘉 周曙光

(国家气象局)

提 要

本文对我国的主要气候灾害——干旱、雨涝、冷害的时空分布特征及其对我国农业生产的影响作了初步探讨,并对主要气候灾害的成因作了简要分析。

在众多危害国家建设和人民生活及生命财产安全的自然灾害中,气象灾害扮演着举足轻重的角色。据世界气象组织估计,气象灾害造成的损失占各种自然灾害总损失的60%以上。气象灾害包括干旱、雨涝、冷害、冻害、雹害、风害、雪害等多种类型,其时空尺度、形成原因、危害机制等均不尽相同。本文只准备对主要气候灾害的时空分布特征及其对农业生产的影响等作些探讨。

何谓气候灾害?至今尚未见到明确的定义。我们以为,气候灾害是指那些给国民经济造成重大损失的、极端的气候异常现象。它们的时、空尺度都比较大,通常表现为某一时期内的某种持续气候异常趋势,如气温的持续偏高或偏低、降水量的偏多或偏少等。

一、我国的主要气候灾害的时空分布特征

本文将要讨论的主要气候灾害为旱涝、冷害和寒露风。旱涝可以说是我国最主要的气候灾害,发生多、程度重、影响大。旱涝作为一种气候灾害,它与平常所说的气候干湿不是同一概念。衡量一地气候是干燥还是湿润,通常是从考察一地的水分收支和分配结果入手的。使用的气候指标如湿润度、干燥度等均是降水量和最大可能蒸发(散)量之比。而衡量一地是旱还是涝,则是由分析该地某时段内降水的异常程度来确定。使用的指标是某时段的降水距平百分率,如以夏季(6—8月)降水距平在-25至-50%之间为旱,≤-50%为大旱;在25—50%之间为涝,≥50%为大涝。

1. 干旱无论是就其出现频率、影响范围而言,还是论其给国民经济建设带来的危害,都堪称气候灾害之首。干旱在我国的分布有如下特点:

^{*}此文系国家气象局章基嘉副局长在南京气象学院成立30周年校庆会上的学术报告稿

(1)我国一年四季均会发生旱灾,且大部分地区以冬春旱或春旱的发生机会多、程度重、持续时间长,仅长江中下游地区的旱灾以夏旱或夏秋连旱居多。

(2)我国各地均可发生旱灾,但出现频率大小不等,东北地区比较低,黄淮海地区全年各季发生干旱的频率都比较高。

(3)干旱的发生在时间序列上具有相对集中性。如北京地区1470—1949年间出现的170次干旱中,有115次是连年发生的。其中1637—1643年和1939—1945年这二次都是连续旱了7年。而1960—1975年这16年中,就有12年降水量低于平均值。

(4)干旱的发生在空间上具有群发性。如1959年春,内蒙大部、甘肃河西走廊、冀北、陕北出现干旱,7—9月长江、淮河、黄河、汉水流域广大地区出现干旱,10—12月福建、广东、广西地区出现干旱。象这样大面积出现旱情的年份仅建国以来至1980年这30年中,共有11年。

2. 雨涝

雨涝是因降雨量过多或强度过大所引起的水害,包括因暴雨或长期连阴雨而引起江河决堤或山洪爆发,淹没田地、毁坏建筑物的水灾(洪涝)和因降雨后排泄不畅形成地面积水,淹没低洼地的涝灾(渍涝)。实际上二者往往同时发生,难以区分。涝灾在我国是仅次于干旱的第二位重要气候灾害,它有如下分布特点:

(1)雨涝发生的季节性很强,我国各地的雨涝基本上集中出现在夏季,华南和长江中下游地区,虽一年四季都有雨涝发生,但夏季仍然是雨涝集中出现的季节。夏季发生的雨涝不仅频繁,而且强度也大。

(2)雨涝的发生有明显的地区性,少雨干燥的西北地区雨涝出现较少,黄淮海地区雨涝频繁,这个地区既是干旱的最多频发区,又是雨涝的最大频发区。在本地区进行综合农业开发过程中必须考虑气候极端异常带来的不利条件,还要充分研究气候变异中气候资源的合理利用与保护问题。

(3)雨涝的发生在时间序列上也具有相对集中性。仍以北京为例,1949—1980年间,共有四次连续多雨时段,分别是1953—1956年、1958—1959年、1963—1964年、1976—1978年。

以上所述是我国旱涝发生的一般规律,实际上我国旱涝发生的情况是错综复杂的。干燥气候区里雨涝可以频频发生,湿润气候区内干旱又屡见不鲜;干季可出现雨涝,雨季常见干旱。不同地区之间常常此旱彼涝,同一地区也常常出现先旱后涝或先涝后旱。

3. 冷害

冷害是我国发生地域比较广的又一种气候灾害。它是由于农作物在生长发育过程中,遇上低温天气,热量供应不足而形成的。我国东北地区夏季的低温冷害和南方的寒露风均可归入此类。

(1) 东北夏季低温冷害

东北低温冷害(冷夏)是指我国东北地区5—9月气温偏低,农作物正常生长发育所需热量条件不足而产生的危害。气象上,常使用5—9月的积温距平值,判别东北是否出现夏季低温冷害的严重程度。比如,以5—9月的积温比常年平均值低50度-日为冷

害年，以低100度-日为严重冷害年。

东北低温冷害的出现频率比较高。1951—1980年，共出现17年强度不同、范围不一的低温冷害，频率达到56.6%。其中范围较大的低温冷害有8年，范围大而严重的低温冷害共5年。

东北低温冷害的出现频率，在地域分布上呈现从西南向东北逐渐递增的规律，即营口地区出现机会少、强度小，嫩江、牡丹江出现的机会多、强度大。按省来说，黑龙江省出现的机会最多，强度最大；辽宁省出现的机会最少，强度也最小。

(2) 寒露风

寒露风是秋季冷空气南下时，我国长江中下游和华南地区晚稻所遭受的一种低温危害。判别指标是使用日平均气温，按照水稻的种类分别制定的。

寒露风在长江中下游及其以南地区几乎年年出现，仅仅严重程度不同。1951—1980年间，长江中下游地区水稻遭受重寒露风影响9年，中等强度寒露风12年，轻度寒露风9年。同期，华南地区的水稻遭受上述各类寒露风的年数分别是8、13和9。

寒露风的出现早晚逐年差异很大，出现最早和出现最晚的年份，可相差1个多月。寒露风出现的日数逐年差异也很大，华南各地寒露风重的年份日数可达20天以上，少的年份却1天也没有。

平均而言，寒露风危害重的年份和轻的年份大约3—4年一遇，中等强度的5年二遇。但是，寒露风危害重的8—9年就有5—6次出现。在1970—1980年，寒露风出现偏早的年份和偏重年一样，也有集中出现的现象。如广州1908—1973年的资料表明，寒露风出现偏早年主要集中在1924—1939年和1954—1968年，分别是12年和11年。其余29年中，只有6年是寒露风出现偏早。

综上所述，我国的气候灾害具有发生频次高但有相对集中爆发时期，分布范围广但不同灾害各有重点发生区，多种灾害可在同一地区交替出现但不同季节有各自的易发灾害等特点。

二、我国主要气候灾害对农业生产的影响

旱涝、低温、冷害等气候灾害的大范围出现，是我国农业大幅度减产、粮食产量不稳定的最主要影响因子。据估计，我国每年因气候灾害平均减产达150亿公斤以上，重灾年可达300亿公斤左右。

1950—1986年间，全国旱灾面积平均每年为3亿多亩，占各种气候灾害影响总面积的59.3%。旱灾严重的年份，如1959—1961年，受灾面积达5亿多亩，损失粮食约100亿公斤以上。

1950—1986年间，全国涝灾面积平均每年1亿多亩，占各种气候灾害影响总面积的22.9%。据统计，1950—1979年全国因涝灾影响减产的粮食总数达844亿公斤。

冷害所造成的损失也相当可观。东北地区建国以来共有5个低温冷害严重的年份，全区平均减产约30%，其中1969、1972、1976年粮食分别比上一年减产50亿公斤左右。南方寒露风严重的年份晚稻常明显减产，如1976年长江中下游晚稻受寒露风危害，减产

40亿公斤；1980、1981年则分别减产50亿公斤。

三、我国主要气候灾害的成因简析

关于我国主要气候灾害的成因，比较多的工作是从与环流系统的关系进行的。众所周知，我国夏季的天气气候变化基本上受西太平洋副热带高压和大陆热低压所控制的。它们的强弱及其相互作用左右着我国雨季开始的迟早、雨季的长短、雨量的多少以及雨带的进退和雨区范围等，因而直接影响着我国各地的旱涝。

一般地说，在西太平洋副热带高压和大陆低压两者之中，副高起主导作用。副高偏强时，长江流域涝，华北及江南多干旱；副高偏弱时，长江流域旱，华北及江南时有洪涝。副高位置偏西时，内陆多涝而沿海旱；偏东时，内陆多干旱但沿海涝；偏北时，多北涝南旱；偏南时则南涝北旱。实际上，每年副高的变化都有自己的特色，有时以强度异常为主，有时南北位置异常明显，有时东西位置异常突出，三者彼此交错，再加上其它系统的影响，形成了复杂的旱涝异常分布。

大陆热低压的位置对我国旱涝分布的作用也相当重要。当其偏东时，华东、华南降雨多，东北、华北、西南降雨少；偏西时，华东、华南降雨少，东北、华北、西南降雨多；偏北时，东南及河套以北多雨，华北、东北少雨；偏南时，东南及河套以北少雨，华北、东北多雨。

我国低温冷害的形成与西太平洋副热带高压位置、强度的关系也很密切。

首先就东北低温而言，若副高偏弱，大陆低压不发展，东北容易出现低温。反之，东北无冷夏。

其次，长江中下游寒露风出现的迟早直接受西太平洋副热带高压和9、10月东亚槽的位置、强度的左右。若副高偏弱，脊线偏南，西伸点偏东，东亚为大范围的气压负距平区，欧洲为大范围的气压正距平区，寒露风出现偏早；反之，若副高偏强，脊线偏北，西伸点偏西，欧亚地区中纬度基本上以气压正距平为主，东亚大槽不明显，寒露风出现偏晚。华南寒露风出现的迟早与副高及东亚大槽的位置和强度之间也有类似的关系。

能够影响我国旱涝、低温冷害的环流系统还很多，这里着重强调了副高的作用，但这并不意味着忽视其它环流系统的影响。因为副高活动异常的本身，可能也就包含着其它系统对它的影响在起作用，如西风带大气长波的活动，南半球天气系统的发展，均可对副高的强度、位置变化产生影响。

海温异常与我国主要气候灾害间的关系也是近年重点研究的对象之一。厄尔尼诺现象与我国东部旱涝的关系以及东北低温与太平洋海温场的关系等都是近十多年来研究的焦点问题。

此外，还有不少研究指出，旱涝、低温与太阳活动，特别是太阳黑子的活动也有密切的关系。

需要指出的是，虽然有不少工作试图搞清大气环流、海温、太阳活动等相互之间的作用机制，并且也取得了一些成果，如发现副高的强弱与赤道东太平洋海温的高低呈正

相关,且有一个季的相位差等,但是海温、太阳活动等对大气环流的影响机制至今尚未搞清楚。

四、气候变化与我国的主要气候灾害

在人类出现于地球后的数万年发展过程中,开始一直处于被动地适应环境和气候,未能对其产生足够大的影响,气候仍在形成它的基本因子的作用下变化着。但在工业革命后,随着地球上人口剧增,科学技术发展和生产规模的迅速扩大,人类活动对环境的破坏和对气候的影响越来越大。目前,在数十年到百年时间尺度的气候变化中,人类活动因子分量和自然因子分量的作用已大体相当。

影响环境和气候的人类活动因素主要是:工农业生产中排入大气中的二氧化碳(CO_2)和甲烷(CH_4)、氟氯碳化合物(CFCI)等痕量气体,热带森林和温带植被的被破坏,大型水体的人为改变,其中以排入大气中的 CO_2 和 CH_4 、 CFCI 等痕量气体的含量日益增加最为人们关注。因为这些气体含量虽然只占大气的万分之一到千分之一,但其温室效应十分强烈。没有它们,大气的温度会比现在降低 30°C 以上,地球上的许多生态系统将不复存在。不过,它们的含量一旦超过正常,所产生的气候变化又将使许多生态系统产生根本性的变化。

研究表明,70年代以后大气中的 CO_2 含量急剧增加,年增长率在 $0.4\text{—}1.0\%$ 之间,1986年大气中的 CO_2 含量为347ppmv,比工业革命前(1850年是270ppmv左右)增加了 $20\text{—}25\%$ 。对于 CO_2 的排放,如不加任何控制,它在大气中的含量到2035年就可达550ppmv,为工业化前的两倍;如控制在目前的排放水平,可推迟到2075年达工业化前的两倍。

但是在考虑 CH_4 、 CFCI 等痕量气体的作用后,到2025年左右,温室气体的增温效应就相当于 CO_2 倍增的效应,即比工业化前增温 $1.5\text{—}4.5^\circ\text{C}$,最可能是 2.4°C 。这一增温幅度是利用包含动力、热力和辐射等物理过程的海洋大气耦合模式计算出来的,但是由于气候系统的复杂性和气候模式的不完善,比如没有考虑气溶胶的作用及云和辐射的相互影响等,它还不是对气候变化范围的预报,只是 CO_2 倍增后增温效应大小的一种指示。

在全球增暖时,各纬度带增温值是不一样的。按全球平均比工业化前增温 2°C 计算,高纬夏季约增温 $1.0\text{—}1.4^\circ\text{C}$,冬季约增温 $4.0\text{—}4.8^\circ\text{C}$;中纬的增温分别是 $1.6\text{—}2.0^\circ\text{C}$ 和 $2.4\text{—}2.8^\circ\text{C}$;低纬的增温则分别为 $1.4\text{—}1.8^\circ\text{C}$ 。

模式计算还表明:就全球而言,降水年总量约增加 $7\text{—}11\%$,但各纬度上增加不一。高纬因变暖而降水增加,中纬则因增温后副热带北移而变干旱,目前的副热带降水增加,低纬降水也有所增加。

在全球变暖的情况下,我国的气候变化如何?国家气象局气象科学研究所对大气中 CO_2 含量倍增后,我国气温、降水、土壤湿度相对于工业化前的变化情况,使用GFDL、CISS、NCAR、OSU、UKMO等五种模式进行了数值试验。总的来说,虽然不同模式所得的 CO_2 倍增后我国各地气温、降水、土壤湿度变化的具体分布有所不同,但是它

们的变化趋势大体一致,特别是冬季气温的变化趋势比较吻合。

从五种模式的结果综合来看,多数模式得出了冬季我国江南、江淮流域、华北、东北、西北将增温的结果;但是各模式所反映出的我国夏季增温地区不很一致。模拟出的增温地区的增温幅度一般在 $2-6^{\circ}\text{C}$ 之间,就此看来,即便考虑到自工业化以来气温已上升的幅度和其他一些自然因素引起未来降温的作用后,到2050年,我国气候变暖的趋势仍将可能存在。

多数模式模拟出的降水将减少的地区冬季是两广和渤海地区,夏季则是华北大部和中南的北部地区。

土壤湿度的变化,多数模式认为冬季华南变干,华北和西北变湿。夏季除华东、华南外,我国各地都变干,特别是西北、东北、华中的变干的可能性最大。

在温度与降水分布的这种新格局下,我国各地的主要气候灾害情况会发生什么变化呢?虽然目前的模式能模拟出 CO_2 倍增后,全球温度、降水、土壤湿度的分布,但并不能直接给出旱涝等气候灾害发生频率的分布。不过根据增温将增大地表蒸发能力这一事实,人们已估计出,中纬度地区在增温 2°C 的情况下,地表蒸发能力将增大20%左右,即多蒸发300—400毫米。就我国而言,这意味着将大大加速华北、西北一带的干旱化进程,不论将来这些地区旱涝频率发生什么样的变化,仅干旱化加重本身就会给国民经济带来严重影响。

对于未来旱涝趋势的预测,使用太阳活动变化所得的结果是,到2050年前,我国将处于一个大范围干旱频数显著增多的时期。使用旱涝周期外推得出,1991—2000年间,降水比现在会有所增加;2040年后,我国将偏旱。

此外,气候变暖后,温度与降水分布的变化对我国的农业有何影响?初步分析表明,在现有作物品种和耕作制度不变的情况下,粮食产量不大可能因之增加,或许还会有所下降。虽然温度增高和 CO_2 增加能促进农作物生长和光合作用,但这并不意味着一定增加产量,更何况中纬度的降水还将有所减少。

最后需要强调的是,未来气候变暖是国际上有过激烈争论、并逐渐得到公认的观点。不过,它仅仅考虑了人类活动使大气中温室气体增加而使地球增温这一因素,因此不能将其看作是一种严格的气候预测。实际上,影响气候变化的因素很多,人类活动只是其中之一。在本世纪末至下世纪初这段时间内,温室气体变化对我国气候变化的影响还不可能占主导地位,太阳辐射的变化、火山活动等仍将发挥重要作用。因此,在预测未来20—30年的气候变化时,不能只考虑人类活动这一因素的影响。就是说,在考虑人类活动的作用,承认2050年前气温变化的总趋势上升这一前提下,应该注意气温可能出现的波动性和气候变化的区域性(本文附图均略)。

MAJOR CLIMATIC DISASTERS IN CHINA AND THEIR IMPACT ON AGRICULTURAL PRODUCTION

Zhang Jijia* Zhou Shuguang*

ABSTRACT

Preliminary studies are made of the time and spatial distribution of the major climatic disasters, such as drought, flooding and cool injury, in China and their impact on agricultural production. And the causes of their formation are analyzed in brief.

* Affiliated with the State Meteorological Administration