

我国气候灾害的特征、成因和预测研究进展

黄荣辉*

(大气物理研究所 北京 100080)

摘要 文章介绍了我国主要气候灾害的种类、时空分布特征及其造成的经济损失;分析了我国气候灾害发生的主要成因;回顾了目前我国气候预测的实际水平,并提出关于气候灾害预测研究中亟待开展的基本问题。

关键词 气候灾害,预测

人们在习惯上往往把气候灾害与天气灾害统称为气象灾害,其实两者还是有区别的。天气灾害是指局地性、短时间的恶劣天气带来的灾害,如台风、暴雨、冰雹、龙卷风等,这类天气常伴随有强风和暴雨,对农作物生长有很大的毁坏作用;气候灾害则是大范围、长时间的气候异常造成的灾害,如长时间气温偏高、偏低,降水量偏多、偏少。气候灾害较严重的会对农业、工业、牧业、水利、交通等产生破坏性影响,造成巨大经济损失。

我国是世界气候脆弱区之一。气候异常给我国带来了严重气候灾害,尤其是旱涝灾害。90年代以来,我国因气象灾害造成的经济损失每年平均在1 000亿元以上。1991年夏季淮河流域及长江中、下游地区发生的特大洪涝,以及华南和河套地区的严重干旱,约造成1 200亿元的经济损失;1994年江淮流域的严重干旱及华南与辽南地区严重洪涝造成的经济损失达到1 800亿元;1997年因受厄尔尼诺现象的影响,气象灾害约造成1 975亿元的经济损失;1998年夏季长江流域和嫩江、松花江流域发生了特大洪涝,造成了约2 600亿元的经济损失。一般年份,气象灾害造成的损失占国民经济生产总值的3%—6%,其中干旱与雨涝两种气候灾害最为严重,约占气象灾害总损失的78%。因而研究气候灾害的发生及成因,特别是开展气候灾害预测的研究,是当前一项重要的科学研究任务。

1 我国气候灾害的主要种类

1.1 干旱

干旱是我国最常见、影响最大的气候灾害,每年因干旱造成的粮食减产和经济损失约占气象灾害造成经济总损失的50%左右。全国各地均可发生干旱,干旱受灾耕地每年平均约3亿亩(1公顷=15亩),占我国耕地总面积的1/6左右。严重干旱年份降水量比常年少

* 中国科学院院士

收稿日期:1999年1月14日

30%—50%,个别季度比常年平均少 60%—80%。由于气候变化,华北地区在 1965 年以后,降水量连年减少,80 年代的年平均降水量约比 50 年代减少了 1/3,人均水资源占有量只有全国平均值的 1/6,耕地亩均水资源占有量只有全国平均值的 1/10。干旱与水资源缺乏已严重影响华北地区的人民生活和工农业生产。

1.2 雨涝

雨涝造成的粮食和经济损失约占气象灾害造成经济总损失的 27.5%左右,个别严重雨涝年份损失更大。1991 年夏季江淮地区发生洪涝,仅安徽、江苏两省粮食就减产了 120 亿公斤。我国年均雨涝受灾耕地约 1 亿亩左右。1998 年夏季长江流域、嫩江和松花江流域发生的特大洪涝,受灾耕地面积高达 3 亿亩左右。雨涝主要发生在夏季,但春、秋季甚至冬季也时有发生,例如 1982—1983 年冬季,华南就发生了几十年不遇的洪涝灾害;1998 年春季,江南降水比常年多了 1.5 倍左右,造成严重洪涝。

1.3 夏季低温

气温长时间偏低也能造成灾害。东北地区是我国重要粮食基地,一般说来,这里夏季温度较高,雨水丰富,对一年一熟的作物适宜,但有的年份夏季出现低温,严重影响作物生长。因此,夏季低温是造成我国东北地区粮食减产最严重的气候灾害。例如 1972 年和 1976 年,东北地区因夏季低温冷害,粮食减产分别为 63 亿公斤和 47.5 亿公斤。

除上述主要气候灾害外,还有霜冻、低温阴雨、寒害、雪灾、登陆台风等灾害。

各类主要气候灾害从其发生机理看,可以分为 3 种类型:一是降水异常所造成,如干旱、雨涝、雪灾;二是气温异常所造成,如夏季低温、霜冻、寒害;三是气温与降水异常所造成,如春季连阴雨。

2 我国主要气候灾害的时空分布特征

我国各种气候灾害出现的频率,随季节和地理位置而变化。我们利用 40 年来的气象统计资料,研究了我国主要气候灾害的时间与空间分布变化,得出了我国主要气候灾害的分布特征如下:

2.1 干旱

干旱主要发生在西北和华北地区。西北地区年降水量很少,一年四季均有干旱,属于干旱气候。华北降水量年际和季节变化很大,在春、夏季很容易发生干旱,特别是黄淮海地区干旱更是频繁发生。我国大部分地区干旱发生频率大约为三年一遇,但华北和西南地区干旱发生频率随季节变化较大。华北和西南地区春季干旱发生频率可达三年两遇;长江、淮河流域夏季干旱也时常发生。

2.2 雨涝

雨涝发生频率稍低,一般约为五年一遇,主要发生在长江中、下游地区和东南沿海。夏季这些地区雨涝发生频率为三年一遇,且强度大、影响范围广,如长江流域 1954、1980 和 1991 年发生了严重洪涝,1998 年夏发生了特大洪涝。

2.3 夏季低温

夏季低温一般发生在我国东北(包括内蒙),那里的农业生产受危害最大。近 40 年来,严重

低温的年份就有 1954, 1957, 1964, 1969, 1972, 1976 和 1985 年等, 再加上一般低温冷害年, 出现频率约四年一遇。其它地区夏季低温较少见。

总之, 我国气候灾害随季节变化很大, 旱涝主要发生在春、夏季; 台风与低温主要发生在夏季; 寒害和雪灾主要发生在冬季; 霜冻灾害主要发生在春、秋季。各种重大气候灾害发生的频率年际变化大, 大部分三到四年一遇。全国每年可能发生重大气候灾害十几到二十次。有些年份气候条件差, 各种气候灾害可同时发生, 灾情就更严重; 有些年份则相对气候条件较好, 风调雨顺, 粮食丰收。我国气候灾害还有很大的年代际变化: 50 年代除雨涝灾害较多外, 其它灾害不多; 70 年代气候灾害最频繁, 干旱、雨涝、霜冻等重大灾害多发生在 1969—1979 年期间; 80 年代干旱发生频率增加, 其它灾害频次低于 70 年代, 与 60 年代相当, 但远大于 50 年代。

3 气候灾害成因

要预测灾害气候的发生, 首先必须了解气候变化是如何产生的。从 70 年代起, 人们在认识气候方面有了一个突破性的飞跃, 认识到: 气候变化与异常不仅是由大气圈的内部热力、动力作用的结果, 而是大气圈、水圈、冰雪圈和岩石圈所构成的地球气候系统中各圈层相互作用的结果。具体来说, 是地球大气、海洋、冰雪、陆地等相互作用的结果, 同时还与生物圈及人类活动有很大关系。因此, 要了解气候灾害的成因, 不仅要知道控制气候灾害发生的大气内部过程, 而且还要知道大气之外如海洋、陆面等的热力状况及其对大气的影晌。

我国气候灾害的发生主要是由于东亚气候系统变化所引起, 初步归纳如下:

3.1 厄尔尼诺和南方涛动(ENSO)

热带太平洋海表热力异常是引起大气环流异常的重要原因, 也是东亚季风和旱涝发生的重要原因。厄尔尼诺(El Nino)现象指赤道中、东太平洋海表异常增温, 而南方涛动(Southern Oscillation)是指热带东、西太平洋海面气压的涛动现象, 由于这两种现象是密切相关, 故又简称为 ENSO 现象。近几年的研究发现, ENSO 现象不仅仅是作为一个事件(ENSO event)发生, 而且还是周而复始的一种循环现象, 其周期约 2—7 年, 故又称 ENSO 循环(ENSO cycle)。

观测资料表明, ENSO 循环的不同阶段对我国夏季风和旱涝分布有着不同影响。当 ENSO 事件处于发展阶段, 即当赤道东太平洋海温处于上升阶段时, 该年夏季我国江淮流域降水将会偏多, 可能发生洪涝, 而黄河流域、华北地区的降水往往偏少, 易发生干旱, 这个阶段我国东北夏季也往往发生低温; 在 ENSO 事件处于衰减阶段时, 也就是赤道中、东太平洋海温处于下降阶段, 我国发生旱涝的区域与 ENSO 事件处于发展阶段有明显的不同, 这时, 我国夏季淮河流域的降水往往偏少, 并可能发生干旱, 而黄河流域、华北地区及长江流域南部、华南地区的降水可能偏多。此外, 在 ENSO 事件成熟期, 我国北方往往发生暖冬, 而秋、冬季江南与华南降水往往偏多。

本世纪长江流域三次特大洪涝, 即 1931 年夏季、1954 年夏季和 1998 年夏季, 均发生在赤道太平洋 ENSO 事件的衰减期。1997 年 10 月热带太平洋发生的 ENSO 事件达到成熟期, 1997 年冬和 1998 年春, 我国江南、华南发生了严重洪涝; 1998 年初夏 ENSO 事件开始衰减, 长江流域特别是洞庭湖、鄱阳湖及湘、资、沅、澧流域, 降水比常年增加 100%—150%, 发生了特大洪涝。

因此,ENSO 事件的发生可以作为我国旱涝气候灾害预测的前期信号之一,这已在多年的实践中得到验证。

3.2 西太平洋暖池次表层海水热容量异常

热带西太平洋是全球海洋温度最高的海域,全球大约 90% 暖海水集中在这里,因此,该海域称为暖池(Warm pool)。西太平洋暖池的海温和热容量变化将对全球气候,特别是对东亚的夏季风和气候会产生严重影响。研究结果表明:当西太平洋暖池的海温偏高时,从菲律宾周围经南海到中印半岛的对流活动强,长江中、下游地区和淮河流域的降水往往偏少;相反,当西太平洋暖池的海温偏低时,菲律宾周围的对流活动较弱,长江中、下游地区和淮河流域的降水往往偏多。1998 年夏整个热带西太平洋暖池海域的次表层海温处于偏低状态,菲律宾周围的对流活动很弱,西太平洋副热带高压偏南,雨带稳定在长江流域,使该流域发生特大洪涝。因此,暖池的热状态与菲律宾周围对流活动的强弱,可以作为我国夏季旱涝预测的前期信号之一。

3.3 青藏高原上空的热源异常

陆面热状况对气候异常有重要影响,特别是青藏高原的雪盖面积大,深度深,不仅本身是气候灾害之一,而且对夏季我国气候灾害的发生也有重要作用。观测资料分析和数值模拟的结果表明,青藏高原冬、春雪盖与我国长江流域南部的汛期降水有明显的正相关,即青藏高原冬、春雪盖面积大,夏季洞庭湖、鄱阳湖和江南地区的梅雨强。1997 年冬和 1998 年春青藏高原降了历史上罕见的大雪,影响洞庭湖和鄱阳湖夏季降水偏多,发生洪涝。

3.4 大气环流异常

气候异常不仅与海洋、陆地的热力异常有关,而且与气流本身的异常也有关。就是说,即使同样发生 ENSO 事件,如果基本气流不同,引起气候异常的类型也不同。而且,东亚冬季风的强弱也直接影响东亚夏季风,从而影响夏季旱涝的发生。1997 年冬和 1998 年春东亚季风偏弱,所以夏季长江流域多雨,发生洪涝。

由此可见,1998 年夏长江流域的特大洪涝是诸因素的集成而造成的。

4 气候灾害预测

由于气候灾害给世界各地带来严重的经济损失,因此,气候灾害的预测成为全世界大气科学跨世纪的前沿研究课题。

正如上面所述,引起旱涝等气候灾害的成因很复杂,它既受大气内动力学的作用,又受海洋、陆地热力异常的作用;它既是每天天气过程的统计平均,又有自己的变化规律。因此,气候灾害的预测目前还是一项难度很大的研究课题。

根据气候灾害预测的需要,我们经过多年的研究,设计了海-气耦合模式,并应用到实际的短期气候预测实践中,得到了较好的预测效果;并在对旱涝规律与成因研究的基础上,提出了一种综合旱涝预报方法,即利用物理相关与动力数值模式相结合的方法。经过多年的预报试验,证明它是一种行之有效、有发展前途的旱涝气候灾害预测方法。例如,1991 年夏,在淮河流域、长江中、下游地区降水偏多约 100% 左右,发生了严重洪涝灾害,而在华南、江南地区以及黄河流域降水偏少约 20%—50%,发生了旱灾;1998 年夏,长江流域上游,洞庭湖和鄱阳湖流域以及嫩江、松花江流域降水偏多 100% 以上,发生了特大洪涝。对此,利用我们所提出的方

法,比较成功地进行了预报。说明物理相关与数值模式相结合的旱涝预测方法,用于严重旱涝预报还是有一定效果的。

然而,就总体而言,发生在我国的气候灾害是很复杂的,目前还没有一种很有效的方法来预测它,这主要是由于对气候灾害发生的规律和成因还没有清楚的认识。要搞清这些气候灾害发生的规律与成因,就必须通过大量的观测把全球气候系统各子系统的相互作用搞清楚;利用数学、物理学的最新成就,把气候系统的各圈层相互作用的物理、化学、水文和生物的过程用数值模式表示出来;并利用巨型计算机来模拟气候系统的季度、年际、年代际变化,以便能够利用这样的数值模式预测气候变化。为此,以下与气候灾害预测有关的基本问题必须进行研究:

- (1)气候各子系统相互作用机理;
- (2)厄尔尼诺事件的发生机理与预测方法;
- (3)亚洲季风系统的季度、年际、年代际变化和异常的规律与成因;
- (4)青藏高原的动力、热力作用及其对我国气候灾害的影响;
- (5)我国季风区和干旱、半干旱区陆-气相互作用过程及其对我国气候灾害的影响;
- (6)海-陆-气耦合气候系统模式和气候灾害的季度、年际预测方法。

计算机技术的高速发展和耦合气候模式研究的进展,使人们对气候变化可预测性有了一定信心。目前,世界上正在实施“气候变率与可预测性研究计划”(CLIVAR)。可以预见,通过这个研究计划的实施,对于季度和年际气候变化规律、成因与预测的认识将会有大幅度的提高,到 2010 年左右,季度和年际时间尺度的气候变化预测在很大程度上将成为可能。

参考文献

- 1 黄荣辉,郭其蕴,孙安健等. 中国气候灾害图集. 北京:海洋出版社,1997。
- 2 叶笃正,黄荣辉等. 长江黄河流域旱涝规律和成因研究. 济南:山东科技出版社,1996。