

文章编号:1006 - 7639(2003) - 04 - 0055 - 04

西北干旱研究的若干问题

罗哲贤

(南京气象学院,南京 210044)

摘要:文中简要叙述了西北干旱研究背景的变化,西北干旱几类强讯号的研究框架,以及十五期间干旱研究的部分新进展。

关键词:西北干旱;干旱气象;预测

中图分类号:P458.1

文献标识码:A

1 西北干旱研究概述

1.1 西北干旱研究的意义

西北地区东部位于青藏高原东北侧。从气候上区分,大体上属于东南季风的边缘区域。同时又受到西风带环流,高原季风和高原天气系统的影响,夏半年有时还会受到在我国东南沿海登陆台风的间接影响,这些使得该地区的气候问题变得极其复杂。

我们知道,一个科学问题越是复杂,就越容易引起人们的关注;而且全球气候对人类活动(如 CO₂ 排放量增加)的响应,往往在气候带交接的边缘区域表现得最为清楚,因此,西北地区东部的干旱问题始终受到我国气候工作者的重视。上世纪 80 年代中后期,在西北重镇兰州举行的一次干旱会议,就吸引了全国一百多位气候专家和学者到会,就是一例。

西北地区东部干旱问题的研究结果,不仅可以提供给其它学科参考,有时甚至是必不可少的。冰川进退,污染扩散,植树种草,作物品种培育,城乡规划设计,项目环境评价等等都与重大干旱事件及干旱化趋势密切相关。

西部大开发的一个关键是水资源。水资源涉及到空气中可降水量的多少,自然降水的变化规律,冰川积雪的存储量及其融化速度等。这些都离不开干旱气候领域的研究。同时,干旱监测预测在工农业生产和国民经济发展中的作用也十分重要。

1.2 研究背景和研究历史

1.2.1 从大气环流到全球变化

上世纪 50 年代到 80 年代中期,在我国大气动力学领域,东亚大气环流是一个重要的研究方向。在此期间,6 月和 10 月大气环流的季节突变,东亚大气环流的若干问题,青藏高原经圈和纬圈垂直环流的研究,南亚高压低频振荡的研究等一系列论著问世。

上世纪 90 年代,中国科学院大气物理研究所为叶笃正院士出版了一本纪念性的论著。书名是:“从大气环流到全球变化”。这个书名高度概括了叶先生从 40 年代到 90 年代 50a 研究领域的要点,转折和拓展,这也是西北干旱研究背景的一次变化。

上世纪 80 年代后期,陶诗言院士在兰州曾做过一次学术演讲,题目是:“南半球季风活动对我国西北干旱的影响”。这意味着,我国科学家已经认真地以全球范围的眼光来看待西北干旱问题了。这是研究观念上的一个改变。这个干旱研究背景的变化,在西北地区东部干旱研究的历史上有迹可寻。

上世纪 50 年代到 80 年代中期,西北地区东部干旱研究的一个侧重点是干旱环流的分型及其前期演变特征。80 年代后期,白肇烨、徐国昌^[1]在“中国西北天气”一书中,用一章总结了西北干旱的研究成果,其中,干旱环流占据了相当的篇幅。我们注意到,此类研究曾经受到前苏联房根盖依姆关于“自然天气周期”和“自然天气季节”概念的启发;这些研究又启发了后来的不少工作,包括我们已经做的和现

收稿日期:2003 - 12 - 02;改回日期:2003 - 12 - 18

基金项目:甘肃省十五期间重点课题“西北干旱成因及其应用研究”项目资助

作者简介:罗哲贤(1943 -),男,江苏扬州人,教授,博士生导师,主要从事动力气候、台风动力学、非粘性大气动力学研究。Email:Luozxma@yeah.net

在正在做的一些工作,如阻塞流型及其相应的强迫场等^[2]。

上世纪 80 年代后期起,以全球范围眼光看待西北干旱的另一个例子是朱炳缓和李栋梁^[3~4]的研究。他们在赤道东太平洋海温异常和西北旱涝之间建立了联系,并用于预测业务。

八五(1991~1995)期间,“中国西北干旱气候的成因,预测和对策研究”是中国气象局的一个重点课题。九五(1996~2000)期间,“中国西北干旱气候变化与预测研究”是国家科技部重中之重项目的一个专题。这两项研究均已有论著^[5~6]汇总问世。目前,作为十五(2001~2005)期间甘肃省重点科研课题的“西北干旱成因及其应用研究”,在省科技厅和省气象局的联合资助下,正在执行过程之中。在这三个课(专)题的结果中,以全球范围眼光分析西北干旱问题的工作已占据相当大的比重。

1.2.2 从大气圈到东亚气候系统

上世纪 80 年代后期以来,研究背景的另一个重大变化是从大气圈向东亚气候系统的改变^[7]。也就是说,以前一般把 500hPa 的干旱环流型看成是西北干旱的直接原因;现在则要全面分析东亚气候系统对西北干旱的综合作用。这里,东亚气候系统的成员包括:大气圈中的东亚季风、西太平洋副热带高压、中纬度扰动、海洋圈中的 ENSO 循环、热带西太平洋暖池和印度洋的热力状态,青藏高原的动力、热力作用,以及高原积雪和欧亚大陆积雪等。除了要弄清东亚气候系统各个成员各自的作用外,还要弄清各个成员之间的相互作用,这就涉及到非线性相互作用的新领域。

我们注意到,研究背景的另一变化,对西北干旱研究的影响也有所体现。对青藏高原热力动力作用等关注正在日益加深。这方面的例子可以在文献^[5~6]中看到。由于问题的复杂性,问题的彻底解决尚待时日。

除上述两个方面的变化外,计算机的普及,讯息量的扩大(数值预报产品输出和再分析资料增加),释用技术和统计方法的改善也促使台站范围干旱预测技术的进步。

1.3 西北地区东部干旱的强讯号

西北地区东部干旱研究适应上述研究背景的变化,已完成了大量的工作。这些工作涉及面太多,篇幅数量很大,不易弄清脉络。幸好,陶诗言先生^[7]从干旱强讯号的角度将其条理化。陶先生指出:最

强的干旱讯号是高原下垫面热状况(含感热、积雪和高原季风),厄尔尼诺事件和台风活动;其次是南亚高压、西太平洋副热带高压的活动,还有区域降水量自身演变的特点。

2 西北干旱强讯号研究框架简介

下面摘要介绍西北干旱几类强讯号的研究框架。在这些框架内,均已取得结果。

2.1 青藏高原热力状况

2.1.1 青藏高原、东亚和太平洋上空垂直环流圈的研究。叶笃正^[8]最先发现在高原上升的气流,有一支在西北地区中东部下沉,这支下沉气流与西北干旱有关。

2.1.2 提出了一系列表征高原热状况的物理量,如高原温度距平指数、高原地面加热场强度距平指标、OLR 指数、NCEP 地面热通量格点值、高原季风指数、积雪冷却强度等,发现在这些物理量和西北地区东部降水量之间存在联系。这些联系在西北干旱预测中具有应用潜力。

2.1.3 在模式大气中,分析了高原热源和高原天气系统在西北干旱形成中的作用。

2.2 厄尔尼诺事件的影响

2.2.1 厄尔尼诺年及其次年,西北地区东部旱涝的不同特点。

2.2.2 厄尔尼诺与西北地区东部旱涝相关的稳定性。

2.2.3 厄尔尼诺影响长期天气过程的可能机制。

2.2.4 除赤道太平洋东部海区外,太平洋其它海区、印度洋、大西洋海面温度异常与西北干旱的相关。

2.3 台风活动与西北干旱的联系

2.3.1 长期以来,人们认为台风主要影响我国东南沿海地区,对相距遥远的东北、西北似乎影响不大。近年来,这种状况正在发生改变。如黑龙江省气象工作者发现:台风也是造成该省暴雨的重要天气系统,并建立了“黑龙江省台风暴雨专家系统”。又如黄小莉^[9]普查了西北地区东部的 10 次特大降水过程,发现其中有 7 次,就天气型而言,均与我国东南沿海的台风有关。

2.3.2 台风活动多少与西北旱涝的诊断分析。

2.3.3 模式大气中,台风影响西太平洋副高的位置和强度,进而影响东南季风深入内陆的程度。据此初步解释了台风影响西北干旱的一种可能原因。

2.4 干旱环流型及其前期演变

2.4.1 中纬度西北地区东部干旱月和多雨月 500hPa 环流的基本特征。

2.4.2 副热带高压脊线位置与西北地区东部降水的相关分析。

2.4.3 西北干旱整层环流特征的分析,包括 300, 400, 500, 600, 700hPa 各层次的环流特征。

2.4.4 干旱环流物理量的诊断分析。

2.4.5 干旱前期环流演变特征的研究。

2.5 区域降水量自身演变特点

2.5.1 降水量年际变化的主要周期。

2.5.2 降水主要周期的稳定性。

2.5.3 西北干旱化趋势的分析。

2.5.4 降水量时间演变的混沌特征及可预报年限的研究。

2.5.5 模式大气中流型的准 3 年周期振荡。

3 近年来干旱成因及其研究的部分结果

上节内容大多涉及八五、九五期间的工作结果。本世纪以来,除在上节框架内继续研究外,还有一些新的工作正在开展,其中有些结果已经发表。

3.1 高度场扰动的吸收和发展

上世纪 70 年代末,曾庆存^[10]提出了旋转适应理论。该理论证明,在一定的条件下,旋转大气中轴对称带状环流上迭加的扰动将被基流吸收,运动趋向于轴对称状态;但在另一些条件下,则不可能有完全的适应,甚至走到适应的反面——扰动强烈发展。同时指出,旋转适应理论揭示了旋转流体运动的一个最基本的性质,有可能用来解释自然界中更广泛的现象。这一点在台风动力学中已得到证实^[11],在干旱气候动力学研究中也应该有应用潜力。

我们知道,在厄尔尼诺事件期间,赤道东太平洋海温会升高,在该区上空的热源异常会引起热带东太平洋上空 500hPa 扰动高度场出现正距平区。这个正距平区即可视为非轴对称的扰动。按照旋转适应理论,这个扰动既可能被轴对称环流吸收,也可能在基流中维持、发展、向外传播。至于究竟出现那一类演变,理应认真分析,分别对待。从此角度而言,将厄尔尼诺事件和西北干旱之间建立一一对应的确定性联系,不加区分而一概用于预测业务,可能有些欠缺,看来需要进一步完善。这方面的研究工作正在进行之中。

3.2 东亚气候系统各成员的异常对西北地区水汽通量的作用

近年来国内外对区域可降水量和水汽通量散度问题比较关注。俞亚勋,王劲松等^[12]对西北地区空中水汽时空分布及变化趋势进行分析并讨论了影响西北地区水汽分布及输送的气候动力因子。蔡英、钱正安、宋敏红^[13]认为,近 50a 来,西北地区东部大气可降水量逐渐减少,这可能是该区域明显干旱化的一个原因。我们也对此进行着研究。

3.3 梅雨活动与西北干旱的联系

近来的分析表明,长江中下游的梅雨活动与西北地区东部旱涝之间也有比较清楚的联系,这与台风活动有些相似。由于我国气象工作者对梅雨的形成规律有更长时间的深入研究,这方面的积累有可能被应用于西北干旱预测。如鄂茨克海阻塞高压是梅雨流型的重要成员。以往鄂海阻高动力学在西北地区东部并不是很受重视的。现在看来,既然梅雨与西北干旱关系密切,鄂海阻高理应受到更多的关注。这对于拓宽西北干旱研究的思路是有益的。

3.4 平流层下层的环流特征

众所周知,在对流层下层 850、700hPa 的历史天气图上,常常有一些空间尺度比较小的天气系统。在对流层中层 500hPa 图上,这些小的系统不再存在。长期天气预报可能与空间尺度较大的系统关系更密切一些,因此,一般分析干旱流型时,常用 500hPa 图。

随着平流层资料的日益丰富,对平流层流型的关注度也有提高。其中的一个原因就是平流层环流比对流层中层环流更为稳定,受近地面较小尺度系统的“干扰”更小。此外,与 500hPa 干旱流型这个二维图象相比,从对流层扩展到平流层下层,可以得到相应的三维图象,这样可使认识深化。关于平流层下层西北干旱的流型特征目前也有一些新的结果。施雅凤等^[14]对全球变暖驱动的复杂的水循环变化及与西北干旱的关系研究,提出了西北气候可能正由暖干向暖湿转型的推断。这一问题的提出不仅在学术上,而且对我国西部的生态环境与社会经济等诸多方面均有重大的现实意义和深远的战略意义。

由于西北干旱问题极其复杂,相关文献极为丰富,著者学识所限,只能回顾所熟悉的部分研究工作,难免遗漏此领域十分重要的研究成果。这是需要说明的。

参考文献:

- [1] 白肇烨,徐国昌,孙学筠,等. 中国西北天气[M]. 北京:气象出版社,1988. 152 - 201.
- [2] 罗哲贤. 阻塞高压形成机制的数值研究[J]. 中国科学 B 辑, 1989,(6): 665 - 672.
- [3] 朱炳媛,李栋梁. 1845 ~ 1988 年期间厄尔尼诺事件与中国西北旱涝[J]. 大气科学,1992,16(2): 185 - 192.
- [4] 朱炳媛,李栋梁. 热带太平洋海温与中国西北夏季降水的关系[J]. 气象学报,1991,49(3): 21 - 28.
- [5] 孙国武. 中国西北干旱气候研究[M]. 北京:气象出版社,1997. 384.
- [6] 谢金南. 中国西北干旱气候变化与预测研究[M]. 北京:气象出版社,2000,第一卷,1 - 347;第二卷,1 - 308;第三卷,1 - 376.
- [7] 黄荣辉. 关于中国重大气候灾害与东亚气候系统之间关系的研究[J]. 大气科学,2003,27(4): 770 - 787.
- [8] 叶笃正,杨广基,王兴东. 东亚和太平洋上空平均垂直环流(一),夏季[J]. 大气科学,1979,3(1): 1 - 11.
- [9] 黄小莉. 不同区域大尺度涡旋系统相互影响的初步研究[A]. 85 - 906 - 07 课题组. 台风科学、业务试验和动力学理论的研究[C]. 第 2 分册,北京:气象出版社,1996. 105 - 109.
- [10] 曾庆存. 旋转大气中运动的非线性相互作用和旋转适应过程[J]. 中国科学,1979,(10): 986 - 995.
- [11] 罗哲贤. 台风轴对称环流和非轴对称扰动非线性相互作用的研究[J]. 中国科学, D 辑,2003,33(7): 686 - 694.
- [12] 俞亚勋,王劲松,李青燕. 西北地区空中水汽时空分布及变化趋势分析[J]. 冰川冻土,2003,25(2): 149 - 156.
- [13] 蔡英,钱正安,宋敏红. 华北和西北区干湿年间水汽场及东亚夏季风的对比分析[J]. 高原气象,2003,22(1): 14 - 23.
- [14] 施雅凤. 中国西北气候由暖干向暖湿转型问题评估[M]. 北京:气象出版社,2003.

Several Issues of Studies on Drought in Northwest China

LUO Zhe - xian

(Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044, China)

Abstract: The changes about studies on drought in Northwest China are briefly reviewed in this paper. The research framework on several strong messages about drought in Northwest China and some new advances about arid studies during the tenth five - year plan are demonstrated as well.

key words: drought in Northwest China; arid meteorology; prediction