

竺可桢先生对气候变迁研究的贡献

吕 炯 张丕远 龚高法

(中国科学院地理研究所)

1972年,竺可桢先生发表了《中国近五千年来气候变迁的初步研究》^{〔1〕}著名论文。这是他在文化革命动乱年代发表的唯一论文,也是他的最后一篇论文,然而却又是他最为光彩影响最大的学术论文之一。

竺可桢先生在一九六六年就写成了《中国近五千年来气候变迁的初步研究》初稿,并在他参加的罗马尼亚科学院一百周年纪念会上散发。回国后,他又进一步补充、修改。中、英文稿于1972年和1973年分别在《考古学报》和《中国科学》^{〔2〕}上正式发表。文章发表后引起国内外学术界很大反响。《人民日报》^{〔3〕}《地理知识》^{〔4〕}等报刊相继发表了论文摘要,中央气象局还专门印发了单行本供全国各气象台站学习、使用。

竺先生的这篇论文利用我国考古、文献和其他材料建立了五千年来气候变化大势的连续系列,并且与格陵兰冰芯用氧同位素推算的温度变迁相对比,为有史以来全球气候变迁提供了证据,这是他对世界气候变迁研究作出的贡献。

国外书刊对这篇文章竞相介绍,并给以高度评价。日本气象学家吉野正敏说:“在气候学的历史中,竺可桢起了巨大的作用……。经过半个世纪到今天,他所发表的论文,仍然走在学术界的前面”。英国《自然》周刊说:“竺可桢论点是特别有说服力的,着重说明了研究气候变迁的途径。西方气象学家无疑将为能获得这篇综合性研究文章感到高兴”^{〔5〕}。该文发表至今已十年有余,然而在世界各种同类课题研究报告中仍然引用频繁而不衰。1982年,英国气象学家拉姆还在《气候的历史与现代世界》^{〔6〕}一书中设专节作了介绍。

竺可桢先生是中国现代气象学和气候学的开拓者,也是中国地理学的开拓者之一。他学识渊博,所曾致力的工作,跨越了不少学科,在气象学、地理学、自然科学史方面有卓越的贡献;他所从事的科学教育、科学组织领导及科学普及所涉及的学科领域则更宽。但是,在竺可桢先生的科学研究中,气候变迁是他用力最多、成就最大的一个领域。竺先生自己也说:“我虽然写了不少文章,但一生专门研究一个课题,这个课题就是中国历史上气候的变迁”^{〔7〕}。竺可桢先生从1916年发表第一篇论文^{〔8〕}至1973年发表最后一书^{〔9〕},五十八年间,共发表文章二百七十多篇^{〔10〕},其中有关气候变迁的研究论文共有十篇。即:

1. 南宋时代我国气候之揣测(1925年)^{〔11〕}。
2. 中国历史上气候之变迁(1925年)^{〔12〕}。
3. 日中黑子与世界之气候(1925年)^{〔13〕}。

4. 中国历史上之旱灾 (1925年)^[14]。
5. 论祈雨禁屠与旱灾 (1926年)^[15]。
6. Climatic pulsation during historical time in China (1926年)^[16]。
7. 直隶地理的环境和水灾 (1927年)^[17]。
8. 中国历史上气候之变迁 (1933年)^[18]。
9. 历史时代世界气候的波动 (1961年)^[19]。
10. 中国近五千年气候变迁的初步研究 (1972年)^[1]。

《南宋时代我国气候之揣测》是竺可桢先生第一篇气候变迁的研究论文，他根据《宋史》中记载的公元1131—1264年间杭州（当时首都）春季终雪日期，及《庶征典》中有关公元801—1600年间大寒和陨霜杀禾的记载，推断南宋时代的气候比唐代、明代和现代冷。并分析了太阳黑子对气候变迁可能的影响。

在以后的三十余年中，竺先生主要注意中国历史上洪水和干旱的变化，寻找它们对人类活动的影响，并同欧洲的气候变化进行比较。他从《古今图书集成》和《东华录》等文献中获得基本资料，分省统计了公元元年至1900年每世纪水灾和旱灾次数，发现水旱灾害随时间和空间分布的不均一性，得出我国第四、第六、第七世纪较为干旱，十二至十四世纪较为湿润，十五世纪又较为干旱，说明气候干湿变化是波动的。

五十年代以后，竺先生进一步收集中国乃至世界整个历史时期气候变化的资料，他对我国古代文献，由经史子集以至方志、游记、日记、古农书等无不广征博采，并用科学的方法加以整理，去粗取精，去伪存真，认真考证，逐渐形成较完整的体系。1961年写的《历史时代世界气候的波动》一文，阐述了二十世纪上半期气候变暖的事实，并追溯整个历史时期以至第四纪各国水旱寒暖波动的历程，以中国历史上的寒冬与欧洲记录相比较，从而发现十七世纪后半期长江下游寒冷期与欧洲的“小冰期”是一致的。而1972年完成的《中国近五千年气候变迁的初步研究》则是竺可桢先生有关这一课题研究的系统总结。这一著名的论文，至少在以下三个方面为气候变迁研究作出了重要贡献。

1. 中国历史时期上下五千年，各种史料浩如烟海，要从如此浩繁的史料中寻找反映各个时期气候变迁的证据犹如大海捞针。竺先生以他广博的历史修养和科学知识总结出如何收集反映中国各个历史时期气候的证据。他把中国五千年按气候史料的来源和性质划分成四个时期。

（1）考古时期（约公元前3000—1100年） 这个时期中国除了有少量的甲骨文记录外，文字记载不多，古气候证据主要来自于考古发掘。如西安附近的半坡遗址、河南安阳的殷墟、山东历城附近的龙山文化遗址等。

（2）物候时期（公元前1100—公元1400年） 我国劳动人民，因农业上的需要，在周初，即公元前十一世纪便开始物候观测。积三千年来的经验，材料极为丰富，为世界任何国家所不能企及。因此，竺可桢先生认为在物候时期各种史料，如《夏小正》、《礼记·月令》、《左传》、《诗经》、《齐民要术》以及各种史书、历书、日记、游记、诗文等所记载的物候资料是研究这个时期气候变化的最好的证据。物候资料内容十分丰富，包括植物发芽、开花、结果日期，候鸟冬去春来时间，农作物春播秋收的早晚，竹、柑桔、荔枝、梅等热带

和亚热带植物分布界限变迁等等，有了历史的和现代的物候资料，“好比有了一根小小的尺”〔19〕，可以衡量古今物候的差异，从而可推知气候变迁。竺先生关于这一时期气候变迁的研究就是根据物候记录分析得出的。近年本文笔者对日记和游记进行了较系统的摘录，获得了近四百多年来许多物候记录从而可以更详细地了解这一时期的气候。

(3) 方志时期(公元1400—1900年) 明代(公元1368—1644年)以后，由于各种诗文、史书、日记、游记的大量出版，所遗留下来的物候资料更为丰富。同时由于明清两代修志之风盛行，各省、各县方志中大多收集有本地历史物候材料，并按编年体排列，摘录极为方便。另外从记载内容上，明以前史料中记载的物候材料只限于生物方面。而明以后记载范围进一步扩大，特别是有大量天气灾害的记载。因此，竺可桢先生专门把明代以后称方志时期，研究这一时期气候主要依据我国一万二千八百六十三部¹⁾地方志。

(4) 仪器观测时期(从公元1900年开始) 这个时期可以根据气候记录分析气候变化了。

竺可桢先生上述对中国近五千年时期的划分系统地说明了如何分析、收集我国历史气候的证据，对于我们进一步研究历史时期气候变迁有极大指导意义。正如西方评论家指出的那样，竺先生的《中国近五千年来气候变迁的初步研究》“着重说明了研究气候变化的途径”〔5〕。

2. 竺可桢先生论证气候变迁的证据，无论是考古发掘的，或是历史记载的，均属实物证据，所以是令人信服的。正如国外学者所说，“竺先生的论点是特别有说服力”〔5〕。他根据大量的证据得到如下的结论：

(1) 在近5000年中的最初2000年，即从仰韶文化到安阳殷墟，大部分时间的年平均温度高于现在 2°C 左右。一月温度比现在高 $3-5^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 在此之后温度有一系列上下摆动，其最低温度发生在公元前1000年、公元400年、公元1200年和1700年，摆动范围为 $1-2^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 在每一个400至800年的期间里，可以分出50至100年为周期的小循环，温度范围是 $0.5^{\circ}-1^{\circ}\text{C}$ 。

3. 竺可桢先生根据中国和其他地区气候变化的史实指出，历史时期气候存在着不同时间尺度的波动，这种波动是全球性的，最寒冷的气候开始于亚洲的太平洋沿岸，并且象波浪一样向西移动，延伸到欧洲和非洲的大西洋沿岸；而温暖时期则是从西向东移动的。他把自己的研究结果同欧洲的研究报告相对比，认为两个地区变化模式是相似的，但是变化首先发生于东亚，然后才到欧洲。他认为，冬季西伯利亚高压系统的位置和强度上的波动，对这两个时期都是重要的。他把探讨范围更进一步扩大，试图找到中国温度变化周期与挪威雪线高度变化之间的关系，以及同丹斯加尔德(W. Dansgaard)教授对1700年来格陵兰冰盖温度变化之间的关系。

1) 据北京天文台和北京图书馆统计，见《中国地方志综录》，待定稿。

竺先生关于气候变迁的研究成果是多方面的,尽管他谦虚地认为自己是探讨一个大题目的小学生,但他的丰硕成果已为我们进一步研究打下坚实的基础。

二

竺先生遗留给我们的不仅仅是他的丰硕的科研成果,他还为我们留下了研究气候变迁的宝贵的学术思想。

竺先生一贯提倡理论要联系实际,科研要为生产服务。他说:“我们必得使理论与实际配合,使科学真能为农工大众服务。……必须群策群力,用集体的力量来解决眼前的迫切而最重大的问题”〔20〕。竺先生在他的气候变迁研究中也是始终贯穿这一思想的。竺先生说:“古气候研究不但对于生物进化、地层变迁、土壤发育有密切关系,即对农、林、渔各项生产问题也并不是漠不相关的,因而是值得我们注意的一门科学”〔19〕。他还说:“气候的波动,无论是温度的高低或雨量的多少,均会对农业产生很大影响。近年来华北的干旱即是一例”〔19〕。可见,竺先生选择气候变迁作为他终生研究课题的原因之一是出自于该门学科在科学研究和生产活动中的重要意义。

竺先生研究气候变迁五十余年,在此期间他选择的课题,或出于当时社会生产的需要,或出于他对科学发展的预见。如1960年前,我国出现了连年干旱等气候反常现象,对农业生产和国民经济造成很大损失,竺先生从气候长期变化角度出发研究中国及全球历史时期气候波动规律,发表了《历史时代世界气候的波动》。1964年竺先生发表了《论我国气候的几个特点及其与粮食作物生产的关系》〔21〕。毛主席阅读了这篇论文,并接见了竺可桢先生。在竺先生的日记中写着:“1964年二月六日我蒙毛主席召见,他问到那时我所发表关于中国气候特点一文,他也问我和李四光关于冰川、地质时代和历史时代气候变迁问题。从此我就花时间搜集了一点历史时代气候变迁问题的材料”。此后,竺先生更加紧了他气候变迁的研究。所以,竺先生的气候变迁研究工作是有其明确的经济和社会目的的。在竺先生1972年发表这篇文章之后,在全球规模上发生了世界性的灾难性气候:印度季风的衰退,西非的干旱和苏联谷物歉收。气候变迁问题引起了各国普遍重视。使这篇论文发挥出更为夺目的光彩。这一事实不能不说明竺先生目光远大,具有敏锐的科学预见性。

研究历史时期气候变迁有多种方法,竺可桢先生在考虑选择用什么方法研究我国的气候变迁的思想是值得我们学习的。

众所周知,气候变迁研究中的一个主要问题是缺乏可靠的资料。迄今为止,任何国家,用气象仪器观测的资料最多也只是一、二百年,这种资料可能反映的气候时段同漫长的历史时期相比是微不足道的。因此,这个课题的研究者只能用反映过去气候条件的其他证据来推测古气候。例如,有些地区可以用树木年轮推测雨量或温度的变化。有些地区可以用湖泊沉积、植物孢粉、冰川进退遗迹等推测古气候,或者采用 ^{18}O 、 ^{14}C 等手段。竺先生对这些方法都很重视。但是他认为研究中国历史时期气候变迁主要应依靠中国丰富的历史资料。他说:“我从1920年就研究起(气候变迁),五十多年了,我想,我们国家是一个文明古国,历史材料又丰富,又齐全,这是世界各国所没有的”〔7〕。“对于中国气候的发展史,中国的文献是一

个宝库，我们应当好好地加以研究”。他还说：“在六十年代，曾举行过三次古气候学的世界会议。在这几次会议上提出的文章，多半是关于地质时代的气候，只有少数讨论到历史时代的气候，无疑这是由于西方和东方国家中，在历史时期缺乏天文学、气象学和地球物理学现象的可靠记载，在这方面只有我国最为丰富”〔1〕。竺先生在与吕炯讨论气候变化研究工作的一封信（1972年9月3日）中说：“关于气象记录，仪器记录我们也远不及西洋，但是十六世纪以前历史时代的气候文献，恰恰远胜于西洋，我们应该利用我们的所长方能取胜于人。同时也批判地接受了古代文化遗产。所以《五千年中国气候的变迁》文中只谈历史上气候如何变迁而不涉及历史时代气候为什么变迁。只谈‘How’而不谈‘why’……”。

从中国实际出发，利用我国丰富的文献优势转变我们在仪器设备方面的劣势。竺先生不仅确信从祖国丰富的文献史料中可以发掘出有用的气候资料，而且他几十年如一日，孜孜不倦地收集各种证据，在他长达九百万字的日记中，历史气候史料占了相当比重。终于在八十三岁高龄，鼓勇登上新的科学高峰，以创造性的成就，为我们留下丰硕遗产。

在气候变化这块土地上，竺可桢先生进行了大量的开拓工作。研究他的著作，可以看到一个真正探索者所走过的漫长的道路，听到一个忠诚战士有力的心声。从中可以了解研究工作的服务目的，发挥自己优势的思想和学科综合、渗透的方法……。竺可桢先生的功绩为后代人所永远纪念。

三

竺可桢先生已经离开我们十年了。我国的气候变迁的研究有了很大进展。中国科学院地理研究所、南京地理研究所、北京大学、南京大学、国家气象局等都有专门研究小组，全国已有二十九个省市气象局开展了此项研究。1975年和1978年分别举行了两次全国性学术会议，并出版了会议文集〔23、24〕。中央气象局、北京大学和南京大学等组织全国力量查阅了自明成化六年（1470年）以来2100多部地方志和明、清实录、正史、故宫档案、类书等史料，摘录能反映当地旱涝资料，评定了全国一百二十个站点（1470—1979年）逐年的旱涝级别，绘制了《中国近五百年旱涝分布图集》〔25〕。中国科学院地理研究所进行档案及古代日记整理。此外，还结合西藏、东北等地野外考察开展了树木年轮工作。近十年来，我国发表的有关气候变化的论文共二百多篇〔26〕，内容涉及气候变化史实、气候变化原因、气候预告及气候变迁对经济影响等方面，所用方法有历史文献资料、物候学、树木年轮、生物学、自然地理因子等，这些成绩的取得是同竺先生倡导的学术思想分不开的。竺先生生前播下的种子已经发芽、开花、结果。

参 考 文 献

- 〔1〕 竺可桢：中国近五千年来气候变迁的初步研究，考古学报1期，1972年。
- 〔2〕 竺可桢：中国近五千年来气候变迁的初步研究，中国科学，16（2），1973年。

- (3) 竺可桢: 中国近五千年来气候变迁的初步研究, 人民日报, 1973年6月19日。
- (4) 竺可桢: 中国近五千年来气候的变迁, 地理知识, 4, 1973年。
- (5) 竺可桢文集, 竺可桢生平简介, 科学出版社, 1979年。
- (6) Lamb, H. H., Climatic History and Modern World, Methue, London, p.143, 1982.
- (7) 胡焕庸: 竺可桢先生——我国近代地理学的奠基人, 纪念科学家竺可桢论文集, 第1—13页, 科学普及出版社, 1982年。
- (8) 竺可桢: 中国之雨量及风暴说, 科学, 2(2), 1916年。
- (9) 竺可桢等: 物候学, 科学出版社, 1973年。
- (10) 竺可桢文集, 编后记, 文集第526页, 科学出版社, 1979年。
- (11) 竺可桢: 南宋时代我国气候之揣测, 科学, 10(2), 1925年。
- (12) 竺可桢: 中国历史上气候之变迁, 东方杂志, 22(3), 1925年。
- (13) 竺可桢: 日中黑子与世界之气候, 科学, 10(6)。
- (14) 竺可桢: 中国历史上之旱灾, 史地学报, 3(6), 1925年。
- (15) 竺可桢: 论祈雨禁屠与旱灾, 科学, 17(1), 1926年。
- (16) Chu ko-chan: Climatic changes during historic Time in china., Gerlands Beitrage Zur Geophysik, Bd 32 (Koppen Band₁) S.29—31, 1931年。
- (17) 竺可桢: 直隶的地理环境和水灾, 科学, 12(12), 1927
- (18) 竺可桢: 中国历史上气候之变迁, 国风, 2(4), 1933年。
- (19) 竺可桢: 历史时代世界气候的波动, 气象学报, 31(4), 1962年。
- (20) 竺可桢: 中国科学的新方向, 科学, 32(4), 1950年。
- (21) 竺可桢: 论我国气候的几个特点及其与粮食作物生产的关系, 地理学报, 第1期, 1964年。
- (22) 龚高法、张丕远、吴祥定、张瑾瑜: 历史时期气候变化研究方法, 科学出版社, 1983年。
- (23) 中央气象局: 气候变迁和超长期预报文集, 科学出版社, 1977年。
- (24) 中央气象局: 1978年全国气候变化学术讨论会文集, 科学出版社, 1981年。
- (25) 中央气象局气象科学研究所主编: 中国近五百年旱涝分布图集, 地图出版社, 1981年。
- (26) 张先燕: 我国气候变迁和超长期天气预报的研究, 气象科技, 第1期(总第67期), 1982年。

ZHU KEZHEN (CO-CHING CHU) AND CLIMATIC FLUCTUATION STUDIES IN CHINA

Lu Jiong Zhang Peiyuan Gong Caofa

(Institute of Geography, Academia Sinica)

Abstract

No serious student of geography and climatology can have missed the name of Zhu Kezhen (CoChing Chu). He was the Vice-President of the Academia Sinica, the Former Chairman of the Geographical Society and the Former Chairman of the Meteorological Society. He died on February 7, 1974. Zhu's numerous publications deal with climatic fluctuations, phenology, natural regionalization and history of science. This paper will explain the contribution of Zhu's works to the climatic fluctuations in China. Several of his studies such as the treatises on "The Pulsation of World Climate During Historical Times" (*Acta Meteorologica Sinica*, Vol. 31, No. 4, pp 272-288.) and "A preliminary Study on the Climatic Fluctuations During the Last 5000 Years in China" (*Scientia Sinica*, Vol. 16, No. 2, pp 226-256, 1973.) have become classic.

Owing to the immense labor of generations of workers, China possesses a series of records of natural calamities, such as great floods and droughts, deep freezings and such unusual phenomena, and numerous archeological remains. Zhu, bringing these ancient records into full play, had evolved a number of indirect techniques to obtain these data for indications of the climate of the earlier times.

In these papers, Zhu eloquently delineated a coherent and consistent picture of the main tendencies of climatical variations in Chinese history. And he tried to give a correlation between the tendencies of temperature in China and the variations in the height of snow line in Norway. He also compared the Chinese temperature patterns to W. Dansgaard's interpretation of 1700 years of the Greenland ice sheet. And so he gave the material objects as evidences for global climatic variations.

Not being lost in the labyrinth of numerous annals and gazetteers, Zhu devoted his studies to the needs of the society and to helping the nation to respond more efficiently to climate-induced problems.

Chinese researchers will long appreciate Zhu's lifetime study of climatic fluctuations, although he modestly said that he was an elementary student approaching a large topic. Now the vast sources of informations on this topic in China have been tapped, and a great deal of scientific efforts have been aroused. Zhu admitted that he might have shed light on a few problems, but more significant to him was the fact that he had found out many new measurements in the study of climatic changes.