

竺可桢对我国物候学的贡献

宛敏渭

(中国科学院地理研究所、北京)
(国家计委)

提要 竺可桢是中国物候学研究的开创者和领导者,他研究物候学可分为三个时期:(1)研究古今物候学,个人开始物候观测时期(1921—1931年);(2)领导组织中国物候观测时期(1931—1940年);(3)领导建立物候观测网,开展中国物候学研究,并完成北京24年物候观测记录时期(1950—1973年)。本文详述了他对物候学的贡献。

关键词 物候学 物候观测网 自然历 农时预测 物候指标

一、引言

今年是竺可桢教授诞辰100周年

竺先生是中国物候学研究的开创者,也是开展中国物候学研究的领导者和推动者。他对中国古代的节气、月令及物候素有研究,他每天观测天气和物候,并记在日记中,数十年如一日。他是从1921年在南京开始,直到他逝世前一年(1973年)为止,毕生观测物候五十多年。他的观测记录已发表的有南京9年和北京24年两地春季的物候记录。竺先生研究物候学是从中国古代开始的,并亲自观测,两次领导建立物候观测网,指导物候学的研究,发表物候学的专著多种。竺先生致力于物候学的研究,其主要目的—是用于指导农业生产,二是用于研究历史时代的气候变迁。他对中国物候学研究的思 想发展,可分为三个时期:(1)自1921—1931年为研究古今物候学,个人开始物候观测时期;(2)自1931—1940年领导组织中国各地物候观测时期;(3)自1950—1973年为领导建立物候网,开展中国物候学研究,并完成北京24年物候观测记录时期。

二、竺可桢先生研究物候学的几个时期

1. 个人开始物候观测时期(1921—1931年)

竺先生自1921年开始作南京的物候观测记录,观测年代为1921—1925年,1928—1931年,共9年,其中1926和1927两年离开南京,记录间断。计观测植物9种,候鸟2种。竺先生于1931年5月9日在国立中央研究院气象研究所学术讨论会上作“新月令”演讲,开宗明义就说:“岁有四序,所以推寒暑之变,占往知来,俾未雨而绸缪;礼有月令,

来稿日期:1989年9月。

所以记农事之宜,定耕获之常轨,得有条而不紊,善辨物性,顺利天时,可以不失操作。特月令有时地之宜,须随处体察,不可墨守成法。现行之二十四节气,乃初汉时所定,只能适用于黄河流域,以之概论漠北、岭南,则不啻闭门造车,削足适履”。这次演讲的内容,层次分明,从中国之节气、中国古代之月令,讲到近世物候学之发展、物候观测之标准、物种选择之标准及物候学定律,举出南京之记录作实例,最后作总结性的论述说:“物候一学,……知四季递嬗之步骤,明各方炎凉之异趣,甚至各时代之气候有否变迁,亦可赖以推知,而于农业上应用尤广,……我国地大物博,而二十四节气与月令,尚沿用数千年之旧,如霜降、大雪,不适用于岭南,二月桃始花岂可言于关外,是宜厘定动植物若干种,颁布国内各学校、农场、测候所,俾得依时观测,则二三十年而后,各省区七十二候之名物,均可确定。”^[1]他这篇演讲,充分地说明了中国古代的节气、月令已不能沿用下去,应进行物候观测,重行制定新的月令,理由充足,目的明确,是一篇推进物候观测的完整大纲。

2. 领导组织物候观测时期(1931—1940年)

竺先生在作了上述科学演讲后,乃订定物候观测方法,选定动植物物候观测种类,与中央农业实验所协商,委托各地农情报告员兼任物候观测员,是为我国有组织的物候观测的开始,1937年日本侵华战争爆发,各地先后沦陷,物候观测被迫停顿。其中1934年的物候记录,由卢鋈作“物候初步报告”一文,在《气象杂志》第12卷第3期上发表^[2]。1935—1936年的物候记录由笔者作“中国之物候”一文附图8幅,在《气象学报》第16卷第3—4合期上发表^[3]。

3. 领导建立物候网,研究物候学时期(1950—1973年)

中华人民共和国成立后,竺先生任中国科学院副院长,领导生物学地学部。他一面自1950年起亲自观测北京城内的物候,观测植物5种、候鸟2种,自然现象1种;另一方面建议筹建农业气象学学科。1953年3月中国科学院地球物理研究所与华北农业科学研究所合作设立农业气象组,后改为中国农业科学院、中国科学院地球物理研究所、中央气象局三方合设的农业气象研究室。1961年秋笔者奉命筹建北京物候观测点,与中国科学院植物研究所北京植物园和动物研究所的领导联系协商,拟定了“中国物候观测方法(草案)”,选定全国动植物物候观测种类。1962年2月即在北京颐和园建立北京物候观测点,开始作定点的常年物候观测记录。竺先生对于选择观测地点和物候观测种类,都亲自指导。1962年4月间竺先生亲临颐和园视察观测情况,并指示说:“今后的工作方向,应该以点带面,今年先在颐和园做起来,还要准备建立全国物候观测网,开展全国性的物候观测”。这年中央正在制订国家科技规划,我国第一个十年科学技术远景规划(1963—1972年)中即列有全国物候观测项目。1962年7月间中国科学院地理研究所与北京植物研究园共同发起函请各省、区的植物园、大学生物系和农、林学院组成全国物候观测网,自1963年1月起即按照统一的物候观测方法,进行常年的物候观测记录,全国的物候观测就再度做起来了。

竺先生对于我国二十四节气的起源,早在三十年代已有考证。1961年他在所著“历史时代世界气候的波动”一文中,作进一步的阐述。他认为:我国古代统治阶级虽用阴历,古书上所说夏正、殷正,周正全是阴历。而劳动人民却是一直用阳历的,因为他们和自然作斗争中,不得不用阳历。凡是五谷的栽培收获,牲畜的交配生育,均是要与地球绕太

阳周期而定,而与月亮无关。从老农看天的经验,在西周(公元前 1122—771 年)时期,已知道一年长 365 日,并测定二至、二分。到春秋初期(公元前 655 年左右),除春分、秋分、冬至、夏至而外,又加了立春、立夏、立秋、立冬四个节气。到战国末期(公元前 247 年左右),便有二十四节气了^[4]。

竺先生向来主张学以致用,为了开展物候学研究的需要,1962 年约笔者合著《物候学》一书^[5]。这本书阐述什么是物候学,中国古代的物候知识,世界各国物候学的发展,物候定律,预告农时的方法及我国发展物候学的展望等。又阐明古代的二十四节气和月令物候,原产生于黄河下游地区,二千多年来气候变迁,不但未能适用于全国,即现在的黄河下游地区也不适用。因此,必须开展各地区的物候观测,制作各地区的自然历,以预测农时,因地制宜和因时制宜地用于农业生产。物候既是因地而异的,就要根据物候的早迟,作农业的合理布局,才能获得高产。我国的山地丘陵约占总面积的三分之二,对于农、林、牧的经营,需要了解气候条件,但不能在山顶、山腰、山麓遍设气象站、哨,以观测局部小气候。而物候现象是气象因子的综合反映,植物随地都有,进行物候观测简便易行,对于开发山区,综合经营,合理利用土地,物候观测可以起到重要作用。

《物候学》于 1963 年 8 月初版出书。1965 年秋,竺先生和笔者作了修订补充,其中有竺先生加写的“一年中生物物候推移的原动力”一章。修订稿送科学普及出版社,1966 年“文化大革命”开始,已经排版的修订稿全部被毁。文革后期,科学普及出版社停办后,业务移交科学出版社接管。

竺先生在 1964 年发表“物候学与农业生产”一文^[6],这是根据他 1964 年春由北京出外观察,北至长春,南至广州从化,中经上海,杭州、无锡途中所记物候而写成的,为理论结合实际的精辟论著。全文分四部分,开头就说:“我国古代劳动人民为了预告农时,创立了一种称为物候的方法,已有两千多年的历史,而且经过古代农艺学家如汉朝氾胜之,北魏贾思勰等搜集各地农民经验,已成为一个有系统的叙述,可称为我国土生土长的一门学科——物候学。但到如今,不但一般人对物候学的名称极为生疏,即农民虽在日常应用物候知识,也不知物候学的存在…”。发人深思。他指出物候有南北、东西、山地与平原的差异,还有古今的差异。我国古人早已察觉物候有各种不同的差异,但不知其差异的原因。他揭示四大差异的原理,并举出物候规律在农业生产中应用的实例。他认为我国古人对于物候知识只停留在感性认识阶段,应采取科学方法加以分析得出规律,才可以应用于农业生产。

1972 年 5 月,竺先生又约笔者将《物候学》加以修订,他加写了“物候学与防止环境污染及三废利用”一节。而且“一年中生物物候推移的原动力”一章的原稿,他已于 1973 年 3 月 17 日找着,加入《物候学》修订本中。这一章是竺先生以唯物辩证法的观点结合物候学而写的,于 1965 年写成。《物候学》修订本,科学出版社于 1973 年 8 月第一版出书^[7]。竺先生见到样书后,于 1973 年 9 月 5 日在日记写道:“今天我接到重版的《物候学》,我已等了好久,得此书亲切如见自己的小孩”^[8]。他以 83 岁高龄偿付了为物候学研究和农业服务的宿愿,欣慰之情,溢于言表。他于 1973 年 9 月 19 日又给笔者写信说:“对于《物候学》重印本,…我看了以后认为有四处地方应该增加或改正”。这四处有他当年观测的 1973 年北京物候记录,也是他观测北京物候第 24 年的记录。不料他未竟全功,遽于 1974 年 2 月 7

日逝世。笔者 1979 年 1 月趁此书重印机会,将竺先生遗书所要补充的增加进去,并将全书详加校阅,作了修订补充。《物候学》(增订本)科学出版社于 1980 年 10 月第二版出书。随后又作了修订,1983 年 4 月第四次印刷出书,同年 11 月及 1984 年 1 月又两次印刷出书,先后发行总计二十万册^[9]。

三、竺可桢先生对物候学研究的贡献

竺先生研究物候学是理论与实践并重,思想高超,见解卓越。他认为物候是大自然的语言。常人以为物候的差异是由于纬度、经度和海拔高度三者的不同而产生的,而竺先生则认为还有古今的物候差异。一年中生物物候的推移,竺先生认为主要是由于动植物的内在因素造成的,他以唯物辩证法的观点加以论证。他认为我国古代劳动人民累积有以物候定农时的丰富经验,所以他主张以物候预告农时。他并提出观测物候可以监测环境污染,这些都是竺先生创造性的贡献,现详述如下:

物候是大自然的语言 竺先生在《物候学》一书中的“唐宋大诗人诗中的物候”段说:我国古代有两句诗“花如解语应多事,石不能言最可人”,但从现在看来,石头和花卉虽没有声音的语言,却有它们自己的一套结构来表达它们的本质^[10]。他引用明末学者黄宗羲所说,认为月、露、风、云、花、鸟乃是大自然的一种语言,从这种语言可以了解大自然的本质,即自然规律^[11]。他又说,象贾思勰在《齐民要术》里所指出那样,杏花开了,好象它传语农民赶快耕土,桃花开了,好象它暗示农民赶快种谷子。春末夏初布谷鸟来了,我们农民知道它讲的是什么话:“阿公阿婆,割麦插禾”。从这一角度看来,花香鸟语统是大自然的语言,重要的是我们要能体会这种暗示,明白这种传语,来理解大自然,改造大自然^[12]。他列举南宋陆游所作的《鸟啼》诗^[13],能预告农时。

《物候学》经日本丹青総合研究所翻译为日文本,书名印为《物候学 phenology 大自然语の手引き》,于 1988 年 3 月(昭和 63 年 3 月)在东京出版^[14]。特地标明物候学是大自然的语言。该所主任研究员堀达宪二认为,物候学在日本农业已是工业化的国家,似乎关系不大。但是,从另外意义上来说,物候学也是需要研究的。日本筑波大学吉野正敏教授在对《物候学》日文译本书评中说,《物候学》与日本季节学不同,他推荐此书^[15]。

物候的古今差异 竺先生认为为了了解我国南北、东西、高下、地点不同,古今时间不同而有物候的差异,必须与世界其它地区同时讨论,方能收相得益彰之效^[16]。这清楚说明了竺先生研究物候学,是博采古今中外对比的方法而加以分析的。他并指出:霍浦金司的生物气候定律,只论到物候的纬度、经度和高度的差异,却没有谈到古今差异^[17]但是,我国古代学者,如南宋的陆游,元代的金履祥,清代的刘献廷却统怀疑古今物候是有不同的。他举出两例:(1)英国马绍姆家族(Marsham Family)祖孙五代连续记录诺尔福克(Norfolk)地方的物候达 190 年之久。把这个长期记录的 18 世纪和 20 世纪的物候作比较,得出春初 7 种乔木抽青和始花的日期,后者比前者早 9 天。也就是 20 世纪的三十年代比 18 世纪中叶英国南部的春天要提前 9 天^[18]。(2)世界最长的单项物候记录为日本京都的樱花开花记录,有 1100 多年的历史。从京都樱花开花记录来看,11、12 世纪樱花开花期平均要比 9 世纪迟 1 星期至 2 星期。从白居易、张籍、苏辙、陆游诗中涉及蜀中有荔枝

的时候,推论到古今物候不同,唐时四川气候可能比南宋时为温和。以上述京都樱花开花期来比较,可知日本京都在我国唐时也较南北宋时为温暖,又足为古今物候和气候有变化的证据^[19]。

竺先生晚年发表了《中国近五千年来气候变迁的初步研究》论文,为中外人士所称诵。他把近五千年期间分为四个时期,以公元前 1100—公元 1400 年视为“物候时期”。他指出:温度的高低考虑古代的竹子、梅花、桔子和荔枝分布地区的变化,更重要的根据一个地方当代物候的数据,如以江河的结冰与开冻,地面上降霜与结冻,植物的发育、出叶、开花和结果,候鸟的春来秋往,其日期测定后,与古代同样物候相比较,就能计算出古今物候的差异。他揭示了从物候现象可以推算温度的方法。并根据物候推算“物候时期”各朝代气候的变化^[20]。

竺先生一再阐述我国古代的二十四节气,未可适用于现在的全国。现将《逸周书·时训》所载节气与七十二候的物候,与洛阳、西安两地现代的物候作一比较如下:考《逸周书》的成书年代,可能在东汉时期。从《逸周书·时训》所载的物候与现代的物候作比较,春季的草木萌动,洛阳、西安两地比古代早 19 天及 15 天。夏季的蝉始鸣,两地有早有迟,可能由于动物的观测记录欠佳。秋季的野菊始花,西安比古代早 8 天。秋季的初霜,两地都比古代迟 6 天。冬季的水始冰、地始冻及小雪,两地都比古代迟。也就是现在的洛阳、西安、春天来得早,冬天结冻迟,作物生长期比《逸周书》写作时代延长了。可见竺先生所说古今物候不同,完全是正确的。

物候预测农时 我国物候知识的起源,是劳动人民从生产实践中总结经验而得来的。用于农业生产有两个方面:一方面如《礼记·月令》,可以说是古代的物候历;另一方面如《齐民要术》是古农书中记载耕田、播种和收获的物候指标。而我国现代民间掌握农时,尚多根据二十四节气。竺先生自 30 年代起即不主张沿用古代节气,他希望以物候制成新历,能作农时预告,这是竺先生的中心思想,在《物候学》修订本中即以竺先生在北京城内所记的物候为主,作了北京物候季节的划分和北京的自然历,并阐述预告农时的方法:(1)以农谚预告农时;(2)以积温预告农时;(3)以自然历预告农时。在三种方法中,以自然历预告农时比较合理准确^[21]。由于物候现象的出现,有一定的先后顺序,从不错乱,有顺序性。彼此之间相互关联,有相关性。知道前一种物候现象出现的日期,就可以推算继后出现另一物候现象的日期。根据已知的物候指标,应用预报公式,即可作出农作物的播种期和收获期的预报^[22]。竺先生曾语重心长地说:“一个地区的物候历(即自然历)只要贫、下中农一、二人受短期训练,从一小块地面上,持之以恒,进行观测,便可做出。对于预告当地一年四季的农时,就大有裨益。…这比单纯依靠有关节气的农谚,来预测农时,更为确实可靠。现时国家建设以农业为基础,各省、市能费一点力量,依据物候学和农业气象学的原则,做出本地区的物候历,对于农业生产会有帮助”^[23]。竺先生这一愿望,在他的倡导和推动下,我们参加全国物候观测网的同志,经过最近二十多年的研究,并经 1981 年和 1984 年两次物候学会议的议定,已在 1983 和 1984 年统一了物候季的划分标准和制作自然历的方法,而且已有 22 个省、市的 45 个地区相继完成了适用于该地区的自然历。已有《中国自然历选编》^[24]、《中国自然历续编》^[25]及《中国动植物物候图集》^[26]三书先后出版,以纪念竺可桢先生。这对于预测农时和推动我国物候学的研究,都起了积极促进作用。

上述各地制作自然历所引用物候记录的来源,另行出版《中国动植物物候观测年报》,这是竺先生命名出版的刊物,截至1986年已编辑年报第1—10号(1963—1986年),1989年已全部出版。这是极为宝贵的第一手记录,为物候学研究提供了基本资料^[27]。

生物物候推移的原动力 竺先生在“一年中生物物候推移的原动力”一章中,首先论述了“生物物候的内在因素和外在因素”,他指出:一年一度的生物物候现象是生物发展的一个片段,若是认为生物物候的推移完全由于一年一度的寒暑循环,就是说由于外力的推动,那是形而上学的看法。而辩证法的宇宙观则认为要从事物的内部,从一事物对他事物的关系去研究事物的发展。正如毛主席在《矛盾论》中指出:“事物发展的根本原因,不是在事物外部而是在事物的内部,在于事物内部的矛盾性”^[28]。例如:树木在秋、冬落叶,芽鳞越冬,一到春天芽鳞又重新再生枝叶。这证明《矛盾论》中指出的“唯物辩证法认为外因是变化的条件,内因是变化的根据,外因通过内因而起作用”^[29]。若论物候推移的外因,经实验证明,温度不是影响物候变化的唯一因子。象候鸟每年的南来北往,起着外因扳机作用的是昼夜的长短。树叶凋零,是受昼短的影响。植物的开花也不是由于温度的关系,而有昼长植物与昼短植物之别^[30],当然也有不论昼长昼短都能开花的。昼夜的长短和气温的高低无疑地可以对生物物候起一定作用,可是热带里一年中无春、夏、秋、冬之分,又少昼长昼短之别,而那里的动植物一样有循环节奏,那里人民可依据野生植物的物候定农耕收获^[31]。竺先生指出植物的开花,不是由于外界因素,植物内部自有一种机制,这机制未到一定阶段,虽有温暖的气候和丰富的营养也不能使其前进一步。植物体内可能有一种激素(Hormone),这种激素在植物体内以两种状态存储着,互相转化,也就是《矛盾论》中指出的矛盾同一性的第二种意义^[32]。

我国每年春天燕子似曾相识的归来,它怎样能认识归途?这是多年不解之谜。竺先生指出,自1920年光周期现象的发现,对于候鸟导航机制给予重大线索,经研究表明动植物随昼夜的循环往复,有一种近于24小时的节奏,是内在的而且是世代遗传的。实验证明,候鸟日中是以太阳位置来导航,而晚间是以星宿位置来导航的。据说候鸟的祖先自第四纪冰川时代起已经每年春来秋往,南北奔波,计算年代已经数百万年至一千万年了,在这期间候鸟细胞中24小时节奏的机制已与它一年一度的迁徙习惯联合起来,成为一种先天感觉技能,而这种技能的机制存在于细胞之中^[33]。

竺先生以唯物辩证法的观点,论述植物、动物内在因素与外在因素的关系,外因通过内因而起作用。指明了研究物候学应着重于动、植物机理的研究,这是对物候学的开创性论著,有重要的科学意义。

物候监测环境污染 竺先生认为物候学在国民经济建设中的应用,不仅对农业,对于监测大气环境污染,也可以起重要作用,这是他的创见。他说:近年来,世界上越来越多的地区,人类环境受到污染和破坏,有的甚至形成了严重的社会问题。空气受到毒化,垃圾成灾,河流、海洋遭到污染,影响动物和植物的生长繁殖,阻碍经济的发展,严重威胁和损害广大人民的身体健康^[34]。竺先生又说:环境污染并非一朝一夕所形成的,而是积年累月拖延不加治理造成的,在我国优越的社会主义制度下,如何对污染问题能“见微知著”防患于未然呢?在这方面,物候学的观测方法不失为一个良好的助手。如把物候测点、网建立起来,可以起到一定的监视环境污染的作用。所以,在环境污染发展的时代,物候的

观测工作亦应提到日程上来^[35]。竺先生是爱国的科学家,他的爱国爱民精神,由此可见。

根据物候学可以监视大气污染的理论,笔者和其它同志于 1982 年曾作专题研究,在北京东郊化工二厂亲自观测一年,经过研究分析获得的结果,证实通过物候观测是可以监测大气污染的^[36]。

哲人已逝,风范长存,竺先生的思想品德,永远是我们学习的模范。

参 考 文 献

- [1] 竺可桢,新月令,中国气象学会会刊,1931(6),1—14。
 [2] 卢盛,物候初步报告,气象杂志,12(3),1936。
 [3] 宛敏渭,中国之物候(附图 8 幅),气象学报,16(3—4),1942,186—193。
 [4] 竺可桢,历史时代世界气候的波动,气象学报,31(4),1962,280。
 [5] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学普及出版社,1963,1—109。
 [6] 竺可桢,物候学与农业生产,新建设,1964 年,8—9 月合刊。
 [7] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版。1—131。
 [8] 竺可桢日记 1973 年 9 月 5 日。
 [9] 竺可桢、宛敏渭,物候学(增订本),科学出版社,1980 年 10 月,1—175; 1983 年 4 月、11 月,1—175; 1984 年 1 月,1—175。
 [10] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,15。
 [11] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,16。
 [12] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,15—16。
 [13] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,19。
 [14] 竺可桢、宛敏渭著,丹青综合研究所编译:物候学 Phenology 大自然語の手引き,东京昭和六十三年三月。
 [15] 吉野正敏,新刊紹介,物候学,竺可桢、宛敏渭著(丹青综合研究所编译),農業气象(日),44(2),1988 年 9 月。
 [16] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,19。
 [17] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,45。
 [18] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,47—49。
 [19] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,49。
 [20] 竺可桢,中国近五千年气候变迁的初步研究,考古学报,1972(1)。
 [21] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,51—58。
 [22] 竺可桢、宛敏渭,物候学(增订本),科学出版社,1980 年 10 月; 1983 年 4 月、11 月; 1984 年 1 月,80。
 [23] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月,第一版,69。
 [24] 宛敏渭主编,中国自然历选编,科学出版社,1986。
 [25] 宛敏渭主编,中国自然历续编,科学出版社,1987 年。
 [26] 宛敏渭、刘秀珍,中国动植物物候图集,气象出版社,1986。
 [27] 中国科学院地理研究所编:中国动植物物候观测年报,1—6 号(1963—1978 年),科学出版社,1965—1986。7—9 号(1979—1984 年),地质出版社,1988—1989。10 号(1985—1986 年),测绘出版社,1989。
 [28] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,71。
 [29] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,72。
 [30] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,72—75。
 [31] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,75—76。
 [32] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,77—80。
 [33] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月第一版,80—84。
 [34] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月,第一版。119。
 [35] 竺可桢、宛敏渭,物候学,科学出版社,1973 年 8 月,第一版,121—122。
 [36] 宛敏渭、刘秀珍、杨春虹,论北京东郊大气污染对物候的感应和环境的影响,中国科学院环境科学成果简介,中国科学院环境科学情报网编,1982,10。

DR. ZHU KEZHEN'S (CHU COCHING'S) CONTRIBUTION TO THE RESEARCH WORKS ON PHENOLOGY

Wan Minwei

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing)

Key words Phenology; Phenological observation network; Phenological calendar;
Farming seasons' prediction; Phenological index

Abstract

Dr. Zhu(Chu) is the leader of the research work on Phenology in China.

His research works on Phenology in China can be divided into three stages.

1. The first stage was from 1921 to 1931, when he studied ancient and modern phenology in China, and observed the seasonable naturel phenomena by himself.
2. The second stage was from 1931 to 1940, when he worked on establishing phenological observation networks all over China.
3. The third stage was from 1950 to 1973, when he established a new phenological observation network.

He made greater contribution to the research works on Phenology in China.