

太湖流域的粮食生产与气候变化

沈小英 陈家其

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

关键词 太湖流域 粮食 气候变化

长期以来,人们较多地注意了灾害性天气对农业的危害。事实上,气候的长期变化对农业具有更大尺度的潜在性影响。本世纪70年代以来,世界气候出现了一系列异常,它对世界几个主要农业区的粮食生产造成了损失。1988年北美地区发生了近半个世纪以来最严重的干旱,世界上两个最大的粮食输出国——美国、加拿大粮食产量比常年减少1/3。非洲、东欧、孟加拉及我国相继发生了旱、蝗及水灾。据联合国粮农组织统计:1987和1988年,世界谷物产量每年下降了3.8%,至1988年底世界粮食储备仅有约 4×10^8 t,只能满足全世界89天的供应,预计到1989年8月将下降到54天的供应量,为1976年以来的最低水平,目前世界每10人中至少有一人挨饿,世界51亿人口的粮食安全受到威胁。

我国人口众多,国民经济正在发展之中,无粮不稳。1988年灾害频繁,损失严重。据不完全统计农业受灾面积累计达 47×10^6 ha,粮食减产100多亿公斤。太湖流域历史上就是我国重要的商品粮基地,本世纪60年代,粮食商品率仍在25%左右,至70年代所产粮食只能平衡区内需求,已不能成为全国性的粮食基地。80年代随着农业结构的调整 and 商品经济的发展,粮食商品率急剧下降,以致形成缺口。如1985年无锡市的粮食消耗已不能自给,口粮供应需动用少量库存;苏州市开始购进饲料粮。苏、锡、常三市的粮食市场已有相当一部分外地粮。据有关方面估计,到本世纪末,若在农业技术上没有重大突破,粮食缺口将会进一步扩大。因此,保证足够的粮食供应,迫在眉睫^[1]。

粮食产量及其商品率的变化是个极其复杂的问题。在自然条件方面,气候变化是个重要因素。太湖流域水资源丰富,历史时期水分条件的变化,除了形成某些旱涝相对集中期外,对耕作制度和作物布局没有多大影响。本区地处北亚热带向中亚热带的过渡地区,热量资源对发展一年二熟有余,一年三熟尚感不足。历史时期热量条件的变化,往往通过气候带的推移,在相当长的一段时期里,改变耕作制度,引起粮食产量较大幅度的变化。热量条件成为影响太湖流域粮食产量的敏感性因子。因此掌握气候变化规律,从发展战略上提高粮食生产对气候变化的适应性,是因地制宜发展农业的保证。

一、历史气候资料来源及处理

所用的气候史料,主要来自于正史、古今图书集成。徐近之先生编纂的“气候历史

记载初步整理”以及有关省市气象、水利、文史部门整理的气候史料等。由于本研究的时空范围正处于我国历史上史料最丰富的地区与时期,而且史料多数来源于正史或同时在几种史料中得到证实了的,所以这些气候史料是较可信的。然而,它们大多是定性描述,而且在时间、空间及来源等方面,都具有较大的不均一性。因此必须通过信息处理的方法,将其转化为气候变化参数,重建历史气候序列,才能具有较大的科学意义和实用价值^[2]。

本文建立了两个反映温度变化的历史气候序列。建序过程中,以记载丰富、反映温度变化敏感的信息,如大雪、巨冰等记载作为建序的主要依据。本区的历史气候记载可延续到1930年,上海站的实测气象记录可追溯到1873年,两者交叉达60多年,利用这段相重的记录,对历史序列进一步作可信性验证,并将历史序列准定量化。

1. 南宋以来温度指数序列(AD1100—1980年)

根据记载将史料中记有“人畜飞鸟冻死”、“大雪二、三尺”、“冰柱盈尺”、“河湖坚冰”等记载的年份定为“严冬年”;记有“大雪盈尺”、“连雪二、三日”、“寒冬”、“木冰”等记载的年份定为“冷冬年”;记有“大澳”、“草木吐华”、“虫不蛰”等记载的年份定为“澳冬年”;记有“少雪”、“无冰”、“无冰雪”等记载的年份定为“暖冬年”。以10年为单位时段,计算每单位时段里以上4种冷暖状况的年数,用下式计算温度指数(T):

$$T = 10 - 2 \times \text{严冬年数} - \text{冷冬年数} + 2 \times \text{澳冬年数} + \text{暖冬年数}$$

在史料与实测相重期间,根据由历史记载确定的温度指数与实测冬温的线性相关,建立温度指数的准定量化标准。在此基础上,将1873年以来的实测冬温换算成温度指数,与历史时期温度指数相衔接,建成1100—1980年温度指数序列。

2. 汉末以来温度指数序列(AD200—1899年)

本区冬温信息的时间分布,以南宋前后为转折,其前信息量相对贫乏。为充分利用前一段信息量,在确保每单位时段具有足够样本数的基础上,将上述计算温度指数的单位时段由10年延长到25年,以同样方法计算温度指数,建立汉末以来的温度指数序列。该序列因前半段信息量较为贫乏,计算冷暖信息量的单位时段相对较长,所以序列的精度与分辨率都不如南宋以来温度指数序列。

二、温度变化规律

在建立历史时期温度指数序列的基础上,用研究现代气候的方法,研究温度变化,得出以下变化规律¹⁾:

1. 公元200年以来,以14世纪末为界,前期相对较暖而后期较冷。

在前期相对较暖的时期里,持续最久的是7、8世纪,相当于我国历史上的隋唐时期;在相对寒冷时期,寒冷程度最大的在17世纪末、18世纪初,相当于明末清初。徐近之先生整理的15世纪以来的16次太湖全冰记载中,发生在16、17世纪的就有8次。温度指数的准定量化分析显示,17世纪前后的严寒期,其寒冷程度是近百年来所未有的,其十年平均冬温比近百年约低0.7℃。

1)陈家其:太湖流域气候变化规律研究,1988年。

2. 在上述变化背景上,经历了5个200年左右的冷暖变化周期,大致在南宋以前周期长度为200—300年,其后为100—200年。

最大熵谱分析表明,汉末以来温度变化的主周期是212年,其次是85年;南宋以来温度变化的主周期是160年,其次是32年。徐近之先生由史料发掘的四次柑桔冻绝的极端寒冷事件,分别与上述前四个周期的极冷时间相吻合,它们是:公元1111年、1329年、1502—1503年和1702年。

3. 实测资料表明,近百年来,本世纪40年代相对较暖。

本世纪40年代暖期的十年平均冬温约为 4.8°C ,从温度指数的准定量化分析来看,它大致与18世纪中后期相当。受资料所限,前一个寒冷时期只能追溯到上世纪末,然而在历史长序列中,还可向前追溯到上世纪60—70年代。

4. 与我国及世界各地气候变化相比,本区千年尺度以上的冷暖变化具有全球意义。

出现在17世纪末、18世纪初的最寒冷时期也是我国历史上最寒冷时间,它大致与西欧小冰期相当。

南宋以来的五个100—200年周期的冷暖极甚时期,与我国祁连山园相建立的气候序列,和丹期格德等人根据格陵兰冰芯所建立的气候序列也相一致。历史气候序列的周期分析表明,太湖流域与日本的温度变化具有类似的变化周期。

三、粮食生产与气候变化

太湖流域以水稻为主要粮食作物,早在晚唐时期,水稻栽培技术已为全国之首位。由于本区热量条件处于一年二熟有余,一年三熟不足的状况,历史时期粮食产量的变化,除了与单位面积产量有关外,很大程度上取决于双季稻播种面积。在一定的技术与社会条件下,它们与气候变化有关。

据《新唐书·玄宗本记》载:开元十九年“是年扬州鲁稻生”,可见早在唐朝时期,太湖流域就已开始种植双季稻。本区确切的双季稻记载始于南宋。南宋宝祐年间《琴川志》记述,有一种“乌口稻”,其特点“再蒔再熟”。从气候变化分析,唐、宋期间,本区在千年尺度的温度变化上,处于14世纪末以前的相对温暖时期,充裕的热量资源为发展双季稻提供了得天独厚的条件。

本区有关双季稻的记载,在明朝以后更多。明正德年间《姑苏志》、《松江府志》都记有许多关于“乌口稻”和其它早稻品种。直到清初,康熙五年,方以智在《通雅》中论及“秔即稻”时,还指出“自江淮以南,田多三熟”,这与《天工开物》所载“南方平原,田多一岁两栽两获”相一致。可见宋、明仍至清初,太湖流域曾大面积种植双季稻,其北界可抵江淮一线。

南宋期间,由于北方移民的大量南迁和农业技术的传播,使太湖流域的农业、水利已具相当规模。宋绍熙三年(公元1192年)范大成在《吴郡志》卷50中记载“谚曰:苏湖熟天下足”。据估算,当时就平江府、常熟一个县,可供全国每户商品粮4斗左右^[3]。可见当时太湖流域的商品粮在全国的重要地位,清康熙以前,本区人口尚不太多,土地资源

丰富,粮食储量比较充裕,因此一般不会为了争茬口,人为地将双季稻北界推到江淮一线。可见明朝以前太湖流域种植双季稻纯属自然生长,其根本原因在于气候温暖,热量资源充裕。

17世纪,世界气候进入小冰期,太湖流域最冷时期出现在17世纪年50—70代,以60年代为甚。此时,本区经几个朝代精心培育得以巩固发展的双季稻,第一次大面积萎缩,甚至濒临消亡。由于气候变冷,气候变率加大,旱涝等自然灾害频增,粮食产量大幅度下降。再加人口爆长,粮食不能自给。为了稳定政局,封建朝廷一方面下令畅通粮运,另一方面大力发展农业,推广双季稻。清庭档案曾记载:康熙五十四年,康熙发下亲自用单株选择法培育的早稻品种“御种谷”一石,命苏州织造李煦就地试种双季稻,并多次询问情况,下达指示。雍正年间,本区双季稻再次得到大发展,以致“谷贱伤民”,雍正只得采取国家收购来维持粮价,以利发展农业。除了朝廷重视、政策得当、技术进步以外,从气候变化来看,当时正处于小冰期后的第一个回暖期,气候变暖是双季稻复兴的重要自然条件。

18世纪中叶以后,太湖流域气候再次变冷。至嘉庆年间,双季稻又趋于绝亡。道光年间,林则徐以当年康熙为楷模,也亲自大力推广双季稻。但从气候变化来看,道光中期以后的半个多世纪里,即19世纪40—80年代,太湖流域的气候已演变到继小冰期后的第一个寒冷时期,其十年平均冬温与小冰期相比,大约只高出不到 0.5°C ,因此虽经精心培育未获成功。19年后,奚诚在《畊心农话》中,对道光年间推广双季稻失败之原因作了科学分析,指出“逐年少穆林公抚吴时……课种两熟稻……终以泽土阴寒,两熟稻非江南所宜,虽有一二成效,尚谓偶然得之”。显然气候变冷,热量不足是根本原因。

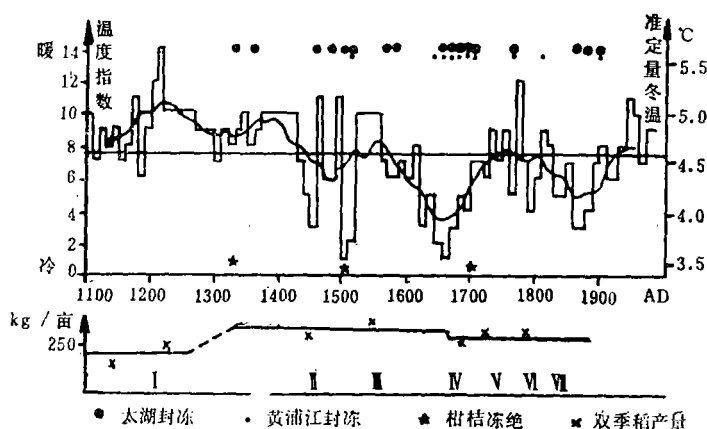
综上所述,历史时期太湖流域的粮食生产随着气候变化与双季稻的兴衰,在明末前后有一个较大的变化。明末以前,由于热量条件较为充裕,双季稻的发展比较稳定,粮食产量较高。据记载,明朝的粮食单产与唐朝相比增长1.4倍。明末以后,由于热量条件变得处于一年二熟与三熟间的临界状态,因而随着气候变化,双季稻时兴时衰。每一个兴衰过程大致代表了一次几十年的冷暖变化。所以与明朝相比,清朝的栽培技术虽有进步,但粮食产量却下降,大致只有明朝的87%(图1)^[4,5]。

本世纪初,太湖流域气候又开始回暖,40年代为本世纪的最暖时期。此间,双季稻时起时落。建国以后,太湖流域的耕作制度大致经历了三个阶段。第一阶段(1949—1968年)以稻麦二熟为主;第二阶段(1969—1978年)大面积扩种双季稻,以苏州市为例,粮食产量较前一阶段平均提高60%以上,但茬口、季节过紧,地力衰退,劳力负担过重,并有一定的风险性;第三阶段(1979年以后)扩大三麦、油菜面积,压缩双季稻。近年双季稻播种面积只占粮食插种面积的20%左右。根据农业气候要求¹⁾,大元麦茬口加前后两季稻,所需 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温为 $5\,400\text{—}5\,700^{\circ}\text{C}$;小麦茬口加前后两季稻为 $5\,700^{\circ}\text{C}$ 以上。本区一年三季作物生长期实际所需热量为 $5\,500\text{—}5\,850^{\circ}\text{C}$,以80%保证率计算为 $5\,400\text{—}5\,700^{\circ}\text{C}$ 。因此本区目前的热量条件尚适宜大元麦茬口的三熟制,而对小麦茬口的三熟

1) 苏州市气象局;苏州市农业气候手册,1983年,

制尚感不足。

未来气候是气候的自然变化和人类活动影响的叠加。就气候的自然变化而论,本世纪40年代以后趋于寒冷,然而由于 CO_2 及其它微量气体的增加,使这种自然的变冷趋势减缓,而且在温度的季节分配上,我国广大地区表现为冬温上升,夏秋温下降¹⁾。就太湖流域来说,实测资料表明:50年代以来,年积温显著下降,秋低温提前出现。这对双季晚稻安全齐穗是个威胁。冬暖少雪对防治病虫害带来不利影响。考虑上述气候变化因素,对于布局热量条件处于过渡状态的太湖流域农业,正确估计粮食生产前景,更具战略意义。



历史时期双季稻记载 I 宝祐“琴川志”最早有记载 II 15世纪后期记载渐多 III 16世纪大发展北界抵里下河 IV 明末清初衰减 V 康熙大力推广雍正年间有发展 VI 嘉庆年间衰减 VII 道光年间林则徐大力推广未获成功

图1 公元1100年以来太湖流域温度变化与双季稻发展

Fig. 1 Temperature variation and double cropping of rice development in Taihu Lake basin since 1100 A. D.

表1 本世纪50年代以来苏州年积温及秋低温始日

Table 1 The annual accumulated temperature and the beginning date of autumn low temperature since the 1950s in Suzhou

项 目	1951—1959	1960—1969	1970—1979	1980—1986	极小值(出现年)
$\geq 0^\circ\text{C}$ 积温	5828.2	5725.3	5699.2	5640.1	5377.7(1980)
$\geq 10^\circ\text{C}$ 积温		3234.7	3104.4	3106.4	2449.6(1974)
秋低温始日		30/9	28/9	22/9	9/9(1981)

参 考 文 献

- [1] 余之祥:太湖地区的农业与农村发展问题——太湖流域水土资源及农业发展远景研究,中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊专辑,科学出版社,1988年。
- [2] 陈家其:从太湖流域历史旱涝史料看历史气候信息处理,地理学报,42(3),1987年。
- [3] 朱瑞熙:宋代“苏湖熟,天下足”谚语的形成,农业考古,48—49页,1987年。
- [4] 陈志一:江苏双季稻和历史初探,中国农史,22—23页,1983年。
- [5] 闵宗殿:宋明清时期太湖地区水稻亩产量的探讨,中国农史,37—42页,1984年。

1) 徐 群等:我国季风气候正出现重大变化,1989年。

GRAIN PRODUCTION AND CLIMATIC VARIATION IN TAIHU LAKE BASIN

Shen Xiaoying Chen Jiaqi

(Nanjing Institute of Geography & Limnology, Academia Sinica)

Key words: Taihu Lake basin, Grain production, Climatic variation

ABSTRACT

Before the end of the Ming Dynasty to the early of the Qing Dynasty, climate was warm, and heat energy was plentiful, so double cropping of rice in Taihu Lake basin could grow without any protection. Later the world climate entered the Little Ice Age, the double cropping of rice was extirpated nearly, grain output decreased heavily. After the Little Ice Age, although, the world climate got warm, sometimes, the thermal condition was enough for two crops but three crops one year throughout the period. So both the area and output of double cropping of rice was fluctuated with variation of cold/warm. The condition of heat energy, with the movement of climatic zone, became a sensitive factor which effects grain production. Recently, as CO_2 concentration in atmosphere is increasing, climate is warming. With the comprehensive effect of such warming and natural cooling trend, the climate in Taihu Lake basin shows the following trend: warming in winter, cooling in summer, decreasing of annual accumulated temperature and advancing of autumn low temperature. This trend will strongly influence the grain production.