

# 气候变化对长江三角洲农业生态系统的影 响

李全胜 王兆骞

杨忠恩 ✓

(浙江农业大学农业生态研究所, 杭州, 310029)

(浙江省气象局, 杭州, 310029)

S181

A

**摘 要** 本文针对长江三角洲不同季节的大气环流特征和特殊的地理位置, 分析了该地区气候变化的可能趋势, 论述了气候变化对农业生态系统环境、生产力、结构和稳定性的影响, 提出了一些应及时采取的对策。

**关键词:** 气候变化, 长江三角洲, 农业生态系统, 农业生态学

农业生产很大程度上受制于环境条件, 尤其是气候条件的优劣。因此, 气候的变化无疑会对系统的生态环境, 系统的生产力、系统的结构和稳定性产生重大影响。据研究<sup>[1,2]</sup>, 高纬地区比低纬地区增温明显, 冬季比夏季增温明显。但是, 在不同区域、不同季节和不同生态环境条件下, 这种气候变化的趋势和幅度仍有一定的差异存在。长江三角洲地处欧亚大陆东岸, 面临广阔的海洋, 究竟这种全球变暖的气候趋势对该地区农业生态系统有何影响, 如何对这种变化和影响采取有效对策, 以保持发展该地区农业生态系统的功能, 提高资源利用率, 是一个迫切需要解决的问题。

## 1 长江三角洲气候变化的可能趋势

农业生产具有很强的季节性和地域性, 因此, 仅用全年气候平均状况或全球的气候变化趋势来分析某一特定区域的农业生态系统的演替是不够的。为此, 以全球趋暖的气候条件为背景, 针对长江三角洲不同季节的大气环流特征和特殊的地理位置, 预测了该地区气候的可能变化趋势, 并分析由此而引起的对农业生态系统的影响。

长江三角洲属同一气候区, 因此, 其气候变化趋势是基本一致的。表 1 即为杭州的气候变化情况。

表 1 杭州市气候变化趋势

Table 1 Climate change tendency in Hangzhou

年代 Years	1月平均气温(°C) Mean temperature in Jan.	年小于零度天数(d) Days of <0°C During one year	7-8月 平均降水(mm) Pricipitation during Jul. -Aug.	10月平均降水(mm) Pricipitation in Oct.	年际间10°C初 日间隔天数(d) Interval days of 10°C first day in adjacent year
1977-1984	3.5	27.6	296.9	91.0	8.8
1985-1992	4.8	19.1	343.6	55.2	12.1

冬季, 该地区位于强大而又稳定的蒙古高压的东南部, 盛行来自极地和高纬的偏北风, 但由于高纬增温大于低纬, 造成南北温度梯度减小, 减弱了南北经圈环流, 这就使冬季北来的冷

收稿日期: 1993 03 12, 修改稿收到日期 1993 年 09 16。

空气侵袭强度减弱和次数减少,暖冬现象的出现也就成了必然的趋势。从表1可以看出,杭州市1977—1984年1月平均气温为3.5℃,全年日最低小于0℃的天数平均为27.6d,而1985—1992年分别为4.8℃和19.1d。由此可见,冬季趋暖明显。有关学者的研究也表明,该地区气温变化的主要特点是冬季增暖<sup>[3]</sup>,这与全球气候变化趋势是一致的。

夏季,主要受太平洋副热带高压控制,地面盛行东南风,但由于其特定的地理位置,在全球增温的同时,使得台风形成的必要条件,即广阔的高温洋面区域得以扩大。因此,可能会导致台风影响的次数增多,进而降水增多,降水强度增大。例1977—1984年杭州7—8月的平均降水量为296.9mm,而1985—1992年增至343.6mm(表1)。另外,夏季的气温除受副热带高压影响外,很大程度上还受海洋热惯性的作用,所以,我们认为该地区夏季平均气温的增加将不明显。例如1993年就是一个明显的夏凉气候。但是,在没有台风影响和副热带高压势力较强时,会出现阶段性高温干旱天气。1990年和1992年夏季的高温天气便是佐证。

秋季,由于副热带高压势力减弱,冷空气南侵加强,以及台风影响时间的可能延长,会使该地区初秋(9月)的低温连阴雨现象增多,日照下降。但是,10月以后,台风影响,尤其在浙江登陆的台风锐减,主要以地面冷高压和高空暖高压形势为主,秋高气爽,故晴好天气的概率加大,降水将明显减少,事实上,1977—1984年10月降水量平均为91.0mm,而1985—1992年仅为55.2mm,减少了近40%左右。

春季,是冬夏季风的转换季节,受季风进退迟早和强弱的影响,年度间的波动将会加大,尤其是对双季稻区具有重要意义的稳定通过10℃初日出现日期的早晚影响颇大。例如,杭州市年度间10℃初出现日期的间隔天数已从原来的8.8d增加到12.1d。

综上所述,本文认为该地区的气候变化和全球大趋势相比,既有相似之处,也有其自身的特点。因此,在强调全球趋暖的背景下,应对不同区域和不同季节进行区别对待、具体分析,才更有针对性和实际应用价值。

## 2 气候变化对农业生态系统的影响

### 2.1 气候变化对农业生态系统结构的影响

对于长江三角洲地区而言,气候资源输入的多寡,特别是热量条件的好坏,直接影响农业生态系统结构的稳定性。再者,该地区位于北亚热带,地处我国双季稻种植北界,气候资源变化对系统结构的影响尤为明显。历史上双季稻在长江流域四进四退的原因,便是气候演变的结果<sup>[4]</sup>,是充分适应和利用气候资源的产物。就苏州地区而言,肥+稻+稻所需0℃以上积温5100—5500℃,80%保证率所需常年平均积温为5300—5700℃,小麦+稻+稻所需平均常年积温5600—6000℃,80%保证率所需常年平均积温5800—6200℃,而事实上苏州地区>0℃积温平均为5700℃左右。可见,双二熟有余,双三熟不足,热量条件是限制双三熟发展的主要气候原因。另外,夏秋热量条件年际之间的不稳定性也是造成苏州地区双三熟制产量不稳定的重要原因。有研究表明,该地区早稻产量变异系数为6.0%,而晚稻达13.6%<sup>[5]</sup>。同理,对于杭嘉湖平原来说,春粮已从建国初期的蚕豆演变成目前的大小麦和油菜,早稻从原单季稻、二熟制为现三熟制为主体,晚稻从籼稻改为充分利用光温资源的粳稻。这一系统结构的演替过程就是对气候资源充分利用的过程。但与此同时,系统结构和生产力水平受气候条件的影响也日益增大,最主要的因子仍然是热量资源的紧张<sup>[6,7]</sup>。因此,从气候变化的趋势来看,尤其是长江三角洲地区晚秋和冬暖趋势明显,热量条件将会有所改善,所以,该地区以双三熟为主体的多熟种

植制度将会得到进一步巩固。当然,为了顺应市场经济发展的要求,根据年际间气候资源的实际情况,进行局部系统结构的调整也是必要的。另外,气候条件的变化可能会引起品种结构上的变化,中迟熟品种的引进和推广将成为提高产量的有效手段之一。

## 2.2 温室气体的增加对农业生态系统生产力的影响

全球温室气体的增加,尤其是 CO<sub>2</sub> 的增加已被世人所公认。众所周知,植物按照其同化 CO<sub>2</sub> 途径的不同,可分为 C<sub>3</sub> 和 C<sub>4</sub> 植物,在一般情况下,C<sub>4</sub> 植物比 C<sub>3</sub> 植物对 CO<sub>2</sub> 的利用率高。因此,CO<sub>2</sub> 浓度增高对二者的作用是不同的。据研究<sup>[1,8-10]</sup>,CO<sub>2</sub> 倍增后,C<sub>3</sub> 作物将因此提高产量 30%左右,而 C<sub>4</sub> 作物仅 10%左右。目前农业生产水平较高的长江三角洲地区,大气和作物冠层中 CO<sub>2</sub> 的浓度往往成为作物光合作用的一个限制因子,是导致“午休”现象的一个重要原因。因此,对以 C<sub>3</sub> 作物水稻、大小麦和油菜为主体的长江三角洲的农业生态系统来说,CO<sub>2</sub> 的增加无疑会提高农田作物的产量。已有报道,在未来气候条件下,以 CO<sub>2</sub> 效应 20%计算时,上海市的水稻生产潜力将增加 15%左右<sup>[11]</sup>。但 CO<sub>2</sub> 浓度的增高,也会伴随杂草的增多,另外,如果土壤水分和营养物质得不到满足的话,这种增产效应将会大大减弱。

## 2.3 气候变化对农业生态系统稳定性的影响

### 2.3.1 旱涝灾害可能频繁

由于全球气候变暖,尤其在高纬地区更为明显,导致极地冰雪融化,使海平面上升。在过去百年中,我国海平面平均上升了 14cm,其中东海沿岸上升了 19cm。这种现象对长江三角洲地区农业生态系统的影响将不可低估,不仅会使沿海沿江被围垦的农田淹没,而且会影响长江、钱塘江、太湖等江湖的水位和蓄排能力,又由于近 30 年来的盲目围湖垦植,使太湖的蓄水容积减少了 2 亿 m<sup>3</sup> 以上,尤其是不少太湖排水出路被堵与区域大包围,使流域的蓄水面积减少了约 650km<sup>2</sup> (约相当于 1/4 太湖面积)<sup>[12]</sup>,调蓄水分的能力大大下降。再者,长江中上游自然植被的破坏和水土流失的严重,使河床抬高颇多。因此,在未来台风影响和汛期降水量可能增多的气候条件下,会使该地区的洪涝灾害加剧。例 1991 年长江三角洲地区的洪涝灾害便是例证,但据资料分析,杭嘉湖地区建国后降水量最大的 1954 年 5—7 月,降水量曾高达 1060mm,而 1991 年同期降水量仅 390mm。可是,损失却远远超过了 1954 年的洪涝灾害。杭嘉湖地区受灾人口达 380 万,洪涝面积 636 万亩次,经济损失更是难以估量<sup>[13]</sup>,这无疑是气候条件和人为因素共同作用的结果。而同时,受副热带高压强弱的影响,以及该地区蓄水能力的下降,夏季阶段性的持续高温会使早稻高温逼熟现象严重,空秕率增加。因此,从气候变化趋势看,长江三角洲地区将洪涝和伏旱并存,灾害机率明显增大,这是一个值得注意的问题。

### 2.3.2 暖冬和秋季气温的变化将带来的一些问题和机遇

9 月份是双季稻抽穗开花的季节,秋季低温本来就是长江三角洲双季稻生产发展过程中的限制因素,从上述分析的气候可能变化趋势来看,9 月份的阴雨天气将会增加,而 10 月份的晴好天气概率也将增大。因此,这种趋势对晚稻生产兼有利弊,即虽然会影响抽穗开花,但回温和晴好天气有利于千粒重的提高。另外,长江三角洲的大小麦与油菜大多是早熟品种,属半冬性偏春性,暖冬将会缩短它们的越冬期,提前返青拔节或抽苔,从而减弱了植株的抗寒能力;而春季气候变化的不稳定性,乍暖还寒,更增加了这些品种遭受冷空气和晚霜冻袭击的机率,并且还会使生育期缩短。例如 1990 年的大小麦平均生育期就比常年缩短了 7d 左右,从某种意义上说,减少了植株的干物质积累,影响产量的提高。

**2.3.3 病虫害可能猖獗** 长江三角洲地区的病虫害主要以4病3虫为主,即纹枯病、稻瘟病、白叶枯病和赤霉病,稻虱、稻丛卷叶螟和二化螟。而这些病虫害的发生和发展无不与气候条件密切相关。冬季温度的升高,不仅有利于冬种作物面积的扩大,增加了寄主植物原,而且有利于病虫害的越冬、繁殖、促使病原、虫源基数增多。另外,冬季温度的提高,不利于冻死越冬虫害和病原物,增加了本田期的初始菌量。例如1987年长江三角洲地区稻飞虱发生量大、峰次多、范围广、增殖系数高、暴发危害期长,均属历史罕见。经分析表明:与该年我国南方地区暖冬少雨有着密切关系,广州市1987年1月平均气温达16.2℃,而常年为13.3℃,偏高了2.9℃,杭州1987年为5.7℃,而常年1月平均气温为3.8℃,偏高了1.9℃,导致了稻飞虱越冬区域的扩大,冬季冻死的虫源量减少,并且,偏高的气温又加速了虫害的繁殖。再者,气候变暖后,南北温差减小,加之农业作物种植界线的北移,为病虫害提供了丰富的食料。因此,春季迁飞性害虫向北迁入的地区将更广,秋季向南回迁的时间将推迟。总之,气候的变化趋势将有利于长江三角洲地区病虫害的发生、流行和繁殖,导致病虫害更趋猖獗。

### 3 对策和建议

上述分析表明,气候变化将会对长江三角洲地区的农业生态系统产生重大的影响,可谓兼有利弊。因此,及时采取合理有效的对策,以适应气候资源的变化、充分发挥系统功能,提高农业生态系统的生产力和稳定性是非常必要的。

**3.1 大力开展植树造林活动**,尤其在大江大河的中上游及其沿岸,切实贯彻执行国家有关的水土保持法规,减少水土流失,保持生态平衡;要加大大范围的水利基本建设和小范围的流域综合治理,清理河道,降低河床,做到旱能灌、涝能排,建立一个稳定的农业生态环境;要加强对沿海、沿江和沿湖围垦的科学论证与合理规划,充分发挥太湖的调蓄能力,严防急功近利,见涂就围。杭州湾近10年开垦海涂成绩巨大,但也带来了入海口江面狭小,有碍洪涝的排泄,值得引起注意。

**3.2 在充分利用气候资源的基础上**,要注意选育选用优良品种,合理搭配品种结构。对于双三熟的系统结构而言,热量条件的优劣仍然是作物布局、茬口安排和品种搭配的着眼点。基本上应以中熟为主,适当配以早、迟熟品种。力争春粮早成熟,早稻7月上旬(尤以7月5日前)齐穗、晚稻9月20日前齐穗。另外,从养地用地及抓住前后两季稻最适宜的季节出发,应考虑发展多种形式的三熟制并应发展一定面积的肥+稻+稻、麦/春玉米+晚稻等。

**3.3 加强气候变化趋势的预测和农业气象情报预报服务**,特别是对关键生育时段和灾害性天气的监测。要充分发挥计算机和遥感等现代技术的作用,研究洪涝和干旱等重大灾害发生的机理,并建立相应的数据库,为水利工程的合理布局、洪涝和干旱等灾害的综合治理提供科学的决策依据。在此基础上,建立灾害的预警预报系统,降低灾害的损失程度。

**3.4 加强病虫害的防治和预报工作**。气候变化趋势将可能使长江三角洲地区病虫害更加猖獗。因此,及时采取有效的防止对策就显得尤为重要。主要措施有:研制高效、低毒、低残留的农药新品种、新剂型;选育和选用高产优质的抗病抗虫作物新品种;加强生物防治病虫害的研究工作;合理的作物品种搭配及间套作技术的采用;加强病虫害的预测预报等。

另外,不仅要研究气候变化对农业生态系统的影响,还要研究农业生态系统的行为对全球或区域气候变化的反作用。例如:稻田向大气排放甲烷量的研究;农田作物和复种指数对太阳辐射的反射程度的影响等。

## 参 考 文 献

- 1 王绍武. 温室气体增长对气候和社会的影响. 气象科技, 1989(1): 1—6
- 2 章基嘉等. 气候变化及其对农业作物生产潜力的影响. 气象, 1992(2): 3—6
- 3 汤燕冰. 近 40 年浙江省气候变化分析. 科技通报, 1993, 9(4): 244—248
- 4 张养才. 历史时期气候变迁与我国稻作区演变关系的研究. 科学通报, 1982, (4): 237—241
- 5 王延颐等. 苏州地区双三熟存在的农业气候问题. 农业气象科学, 1982, 2(2): 88—91
- 6 赵世晔. 嘉兴市四十年来粮食生产的气候分析. 浙江气象科技, 1991, 12(3): 44—48
- 7 沈高. 杭嘉湖平原热量资源的变化和预报. 农业气象科学, 1983, 3(1): 75—78
- 8 内岛善兵卫. CO<sub>2</sub> 浓度上升与气候变化及粮食生产. 国外农学-农业气象, 1987, (1): 11—14
- 9 Dennis Senft. Greenhouse effect may not be all bad. *Agricultural Research*. 1990, 38(10): 20—23
- 10 吉野正敏. Impact of climate change on agriculture and forestry, A review on the world climate impact studies programme in East Asia. *J. Agr. Met.* 1990, 46(3): 153—165
- 11 张厚瑄. 水稻气候生产力对气候变暖的响应问题的模拟计算. 中国农业气象, 1993, 14(1): 35—40
- 12 屠清瑛. 太湖流域 1991 年洪涝灾害的成因与治理对策. 中国减灾, 1991, 1(3): 34
- 13 程玉申. 杭嘉湖地区洪涝灾害成因及其治理对策. 科技通报, 1993, 9(2): 76—79

## EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON AGROECOLOGICAL SYSTEMS IN THE YANGTZE DELTA

Li Quansheng Wang Zhaoqian

(Institute of Agroecology, Zhejiang University of Agriculture, Hangzhou 310029)

Yang Zhongen

(Zhejiang meteorological Bureau, Hang, 310002)

By taking into account the atmospheric circulation features in different seasons and the special geographical location, an analysis was made on the Yangtze Delta for the possible trend of climate change and for the effects of climate change on the environmental conditions, productivity, structure and stability of the agroecological systems. Some measures which should be taken timely to mitigate possibly adverse effects were suggested.

**Key words:** climate change, the Yangtze Delta, agricultural ecosystems.