

长江中下游地区柑桔冻害周期研究

霍治国 张养才

(气象科学研究院)

提 要

本文选择 $\leq -90^{\circ}\text{C}$ 的负积温和极端最低温度 $\leq -8^{\circ}\text{C}$ ，作为长江中下游地区柑桔越冬期间冻害指标，利用功率谱、方差分析、谐波分析三种方法，对长江中下游地区柑桔冻害周期进行研究。结果表明，功率谱计算结果与生产实际相吻合，方差分析可反映冻害周期趋势，谐波分析不宜单独进行柑桔冻害研究。长江中下游地区柑桔冻害存在准10年周期。

一、引言

柑桔是多年生长绿亚热带果树。70年代以来，世界柑桔产量已超过苹果，跃居世界果品产量之首。1977年世界柑桔总产量4512万吨，我国1979年总产量为55万吨，平均单产206kg，仅是1977年美国单产的10.9%，日本单产的17.2%。造成我国柑桔低产的主要原因^[1]，一是果园基本建设差，管理粗放，肥料农药缺乏，引起病虫滋生，营养不良，产量、品质下降。二是“南黄北冻”，即广东、广西、福建的黄龙病，长江中下游地区的周期性冻害。1949—1987年长江中下游地区发生三次柑桔大冻害（1954—1955年冬、1968—1969年冬、1976—1977年冬）。柑桔减产40—70%。可见该区域柑桔冻害是影响我国柑桔生产的重要因子之一。

二、资料及其变化趋势

选择宜昌、长沙、武汉、衢县、上海5站代表长江中下游地区。分析长沙、武汉、上海近10年来负积温（最低气温 $< 0^{\circ}\text{C}$ 的累加值，用 ΣT_m 表示）变化趋势（表1），并对其年极端最低气温序列进行7年滑动平均处理（图1）。

由表1和图1可见，3站点年极端最低气温序列存在一定的周期性波动。近10年（1977—1987）长江中下游地区正处于一个气候暖期。负积温上海近11年（1977—1987）的平均值比前104年（1873—1976）的平均值高 37.8°C ，武汉近11年（1977—1987）比前47年（1930—1976）平均值高 23.9°C ，长沙近8年（1977—1984）比前44年平均值高 7.8°C 。由于近年来气候变暖，加之种植柑

表1

长江中下游地区近10年负积温与历史记录比较

| 站名 | 平均值(年代) | 平均值(年代) | 最高值(出现年份) | 最低值(出现年份) |
|----|------------------|-------------------|-------------|--------------|
| 上海 | -74.8(1977—1987) | -112.6(1873—1976) | -29.7(1974) | -287.4(1917) |
| 武汉 | -80.5(1977—1987) | -104.4(1930—1976) | -22.8(1974) | -223.8(1968) |
| 长沙 | -28.2(1977—1984) | -36.0(1933—1976) | -3.5(1964) | -97.6(1954) |

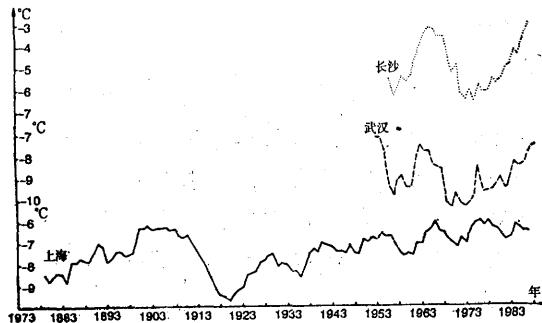


图1 长江中下游地区年极端最低气温7年滑动平均

桔经济效益高，长江中下游地区柑桔发展很快，原来不能种植柑桔的地方，现在已发展了柑桔生产。目前生产上不考虑柑桔冻害的周期，强调在长江中下游地区成带连片种植，已表现出相当的盲目性，因而冻害发生有扩大的趋势。

表1和图1只能给出一种粗略的结果，若要用来指导长江中下游地区柑桔生产规划，还失之过粗。而且长江中下游地区面积很大，各地冻害规律也会不同。因此，研究并揭示该地区柑桔冻害的周期性，具有重要的实际意义。

三、研究方法及冻害指标选择

本文用功率谱、方差分析、谐波分析三种方法，对长江中下游地区柑桔冻害进行周期分析。

柑桔冻害是否发生，不仅与低温强度有关，而且与低温持续时间密切相关^{(1)～(3)}。据报导⁽¹⁾，连续12小时-2.8—-3.9℃的低温比短时间-6.6℃的低温引起的冻害还

要严重；Dean曾发现，持续半小时-6.1℃以下的低温与持续12小时0℃的低温对柑桔的影响差不多。据研究⁽³⁾，负积温与柑桔产量相关极为显著。负积温≤-50℃，柑桔将出现不同程度的减产；≤-90℃，将出现严重减产。负积温的大小，反映了持续性低温对柑桔的伤害程度，为此，我们选择负积温≤-90℃作为长江中下游地区柑桔冻害指标。

一般将柑桔冻害的温度划分为-5、-7、-9、-11℃四个等级，分别代表开始受冻、轻冻害、冻害及重冻害。耐寒性较弱的宽皮桔类，受冻温度为-8℃，即使最耐寒的金桔类，连续两天日最低气温≤-8℃也会受冻⁽¹⁾。因此选择≤-8℃作为由强烈低温引起的柑桔冻害指标。

考虑到柑桔种植后需5—6年开始产出，因此本研究主要是回答长江中下游地区柑桔冻害多少年一遇，能否发展柑桔生产。因负积温、极端最低气温（用 T_m 表示）年际间差异较大，计算中可能出现假周期，为此给出该地区负积温和极端最低气温序列的离散分布函数 $x_i(t)$ ：

$$x_1(t) = \begin{cases} 0 & \sum T_m > -90^\circ\text{C} \\ -1 & \sum T_m \leq -90^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$x_2(t) = \begin{cases} 0 & T_m > -8^\circ\text{C} \\ -1 & T_m \leq -8^\circ\text{C} \end{cases}$$

四、结果分析

用上述三种方法对宜昌、长沙、武汉、衢县、上海≤-90℃负积温，极端最低气温

表2 用三种方法筛选的长江中下游柑桔冻害周期(年)

| 站名 | 低温指标 | 资料年代 | 功率谱* | | 方差分析 | | 谐波分析 | |
|----|---------------------------------------|------|------|------------------------------|------|------|------|------|
| | | | 滞后步长 | 筛选周期 | 第1周期 | 第2周期 | 第一周期 | 第二周期 |
| 宜昌 | $\Sigma T_m \leq -90^{\circ}\text{C}$ | 28 | 9 | 9 | 12 | | 13 | |
| | $T_m \leq -8^{\circ}\text{C}$ | 29 | 9 | 9, 6 | 8 | | 5.8 | |
| 长沙 | $\Sigma T_m \leq -90^{\circ}\text{C}$ | 52 | 13 | 13, 8, 7 | 11 | | 10.4 | |
| | $T_m \leq -8^{\circ}\text{C}$ | 36 | 10 | 10 | 17 | 2 | 36 | 2 |
| 武汉 | $\Sigma T_m \leq -90^{\circ}\text{C}$ | 76 | 19 | 19, 12, 7, 9, 5, 7, 6, 6, 3, | 38 | 3 | 19 | 9.5 |
| | $T_m \leq -8^{\circ}\text{C}$ | 37 | 11 | 3.7, 3.1 | 13 | 3 | 2.6 | 2.2 |
| 衡县 | $\Sigma T_m \leq -90^{\circ}\text{C}$ | 28 | 9 | 9 | 9 | | 2.3 | 4.0 |
| | $T_m \leq -8^{\circ}\text{C}$ | 29 | 9 | 6 | 10 | | 2.4 | 2.2 |
| 上海 | $\Sigma T_m \leq -90^{\circ}\text{C}$ | 112 | 25 | 10, 8, 3 | 2 | 24 | 2.7 | 56 |
| | $T_m \leq -8^{\circ}\text{C}$ | 111 | 25 | 3.6, 3.3, 3.1 | 3 | 5 | 3.1 | 3.8 |

* 功率谱的滑动年代为5年。

$\leq -8^{\circ}\text{C}$ 的离散分布函数 $x(t)$ 进行柑桔冻害周期分析。结果见表 2。

由表 2 可见, 用功率谱得出长江中下游地区 $\leq -90^{\circ}\text{C}$ 负积温存在准10年周期。这与解放后30多年来发生3次大冻害, 平均10年一遇相吻合。极端最低气温 $\leq -8^{\circ}\text{C}$, 宜昌、长沙也存在准10年周期, 武汉、上海为3—4年左右的周期。表明强烈低温比持续低温对武汉、上海柑桔生产的影响大, 冻害周期短。因此两地不宜发展柑桔生产。只有在特定小地形下(如上海崇明水体效应) 才能局地种植。

方差分析结果表明, 宜昌、长沙、衡县 $\leq -90^{\circ}\text{C}$ 的负积温存在准10年周期。武汉第一周期为38年, 第二周期为3年, 上海第一周期为2年, 因此这两地不宜发展柑桔生产。极端最低气温 $\leq -8^{\circ}\text{C}$ 的冻害周期, 除宜昌、衡县与实际情况吻合外, 长沙、武汉第一冻害周期与实际情况不符, 第二冻害周期武汉与实际接近, 长沙偏短。表明利用方差分析方法只能得出大体的柑桔冻害周期趋势。

用谐波分析得出的武汉、衡县负积温 $\leq -90^{\circ}\text{C}$ 和极端最低气温 $\leq -8^{\circ}\text{C}$ 的冻害周期与实际情况不符。实际上衡县可以发展柑桔生产, 而计算结果为不能发展, 武汉则相

反。因此用谐波分析方法对长江中下游地区柑桔冻害进行周期分析, 还有待进一步研究。

用以上三种方法和两项指标计算的冻害周期, 与宜昌、长沙的实际十分接近, 为准10年周期。极端最低气温 $\leq -8^{\circ}\text{C}$ 计算的上海周期为3—4年, 与实际情况也较接近。其余结果差异较大。表明对长江中下游地区柑桔冻害进行周期研究, 必须选择合适的方法, 否则会引起计算结果与实际情况出入较大。本文主要以功率谱计算结果为依据。根据 $\leq -90^{\circ}\text{C}$ 负积温计算的柑桔冻害周期, 武汉、上海仍可发展柑桔生产, 而实际上两地除特定地形外, 一般不能发展。由极端最低气温 $\leq -8^{\circ}\text{C}$ 计算宜昌、衡县冻害周期为6年, 这要比实际冻害周期偏短。因此, 必须将反映低温持续的指标($\leq -90^{\circ}\text{C}$) 和反映低温强度的指标($\leq -8^{\circ}\text{C}$) 结合起来, 才能得出与生产实际一致的结果。

自然条件下, 我国柑桔产区北缘大致分布于甘肃武都, 陕西城固、安康, 湖北郧县, 河南邓县, 湖北秭归、宜昌, 湖南长沙, 湖北通山慈口、阳新, 安徽宿松, 浙江衢县、宁波, 江苏吴县东山⁽¹⁾(图2)。这是柑桔对自然气候条件长期选择的结果。

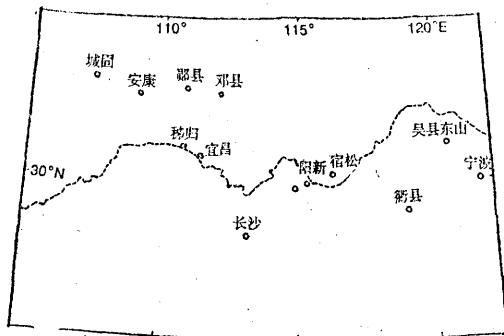


图2 我国自然条件下柑桔产区北界分布

从长沙往西，柑桔产区北界北移；往东，北界的纬度也有上升。这是因为秦巴山脉阻碍了冷空气南侵，对汉中盆地、鄂西南山区的柑桔冻害有减缓作用；东南沿海的水体效应及山体屏障也使柑桔冻害减轻。长江中下游地区柑桔冻害的这种“V”型分布，是与该地区所处地形条件分不开的。

五、结语

1. 用功率谱研究长江中下游地区柑桔

A study on periodicity for freezing injury of citrus in the middle and lower reaches of the Changjiang River

Huo Zhiguo Zhang Yangcai

(Institute of Agrometeorology, AMS)

Abstract

In this paper, that negative accumulated temperature lower than or equal to -90°C and extremely minimum temperature lower than or equal to -8°C are taken as the freezing injury index to citrus of hibernation in the middle and lower reaches of the Changjiang River. The periodicity of freezing injury of citrus is analysed by use of power spectral method, analysis of variance and harmonic analysis in this area. The simulating results achieved from the power spectral method are similar to the practice in production. The tendency in periodicity for freezing injury of citrus could be shown by variance analysis. While the periodicity for freezing injury of citrus is not able to be obtained using the harmonic analysis alone. The quasi-ten-year periodicities for freezing injury of citrus dominate over this area.

冻害周期是可行的，计算结果与实际生产情况相吻合。方差分析可反映长江中下游地区柑桔冻害趋势。谐波分析则不宜单独对长江中下游的柑桔冻害周期进行研究。

2. 用反映低温持续时间的 $\leq -90^{\circ}\text{C}$ 的负积温和反映低温强度的极端最低气温 $\leq -8^{\circ}\text{C}$ 作柑桔冻害指标进行冻害周期分析是可行的。计算结果与生产实际相符。

3. 长江中下游地区柑桔冻害存在准10年周期，冻害分布呈“V”型。目前长江中下游地区正处于一个气候暖期，因此该地区的柑桔生产不宜强调成带连片种植，应尊重科学，尊重气候规律，充分利用有利地形条件，因地制宜地发展柑桔生产。

参 考 文 献

- (1) 章之才、江爱良，中国柑桔冻害研究，农业出版社，1983年。
- (2) 张养才，我国亚热带地区柑桔生产潜力与农业气候资源开发利用探讨，自然资源，1987年第2期。
- (3) 张养才，我国亚热带地区冻害气候规律及柑桔冻害区划，农业现代化，1982年第4期。