

东北地区夏季低温的气候分析及其对 农业生产的影响*

丁 士 晟**

(吉林省气象科学研究所)

提 要

本文分析了 1881 年以来东北地区夏季气温,得到了东北夏季严重低温在空间尺度和时间尺度上都是一种很大尺度的现象。长春 5—9 月的平均气温和可以很好地代表东北地区的冷暖。东北夏季气温有明显的阶段性,即有明显的 110 年长周期和 3 年左右的短周期。东北夏季低温会造成农业严重减产,气温低的地方危害更大,低温冷害年水稻减产最大,其次是高粱。

一、前 言

东北地区¹⁾是我国重要的商品粮基地,低温冷害对其产量影响很大,遇到严重的低温冷害年,可减产百亿斤以上。

所谓夏季低温冷害,一般是指气温在零度以上,甚至在 20°C 左右,在作物整个生育期或某个生育期,气温低于作物所需临界温度,因而造成严重的减产情况。

我们分别计算了无霜期、活动积温、5—9 月逐月气温以及 6—8 月、6—9 月、5—9 月气温和与吉林省粮豆脉动产量(即产量扣除多年趋势产量)之间的相关系数(如表 1)。

结果表明,用 5—9 月气温和来描述东北地区作物生长期气温较为合适,计算起来也最为方便,而且从作物生理来看也较合理。因为 5—9 月正是东北地区作物生长期,气温高,光合作用强,能使作物增产。气温低,光合作用弱,会使作物减产。再加上目前大量种植中、晚熟品种,热量资源在正常年得到充分利

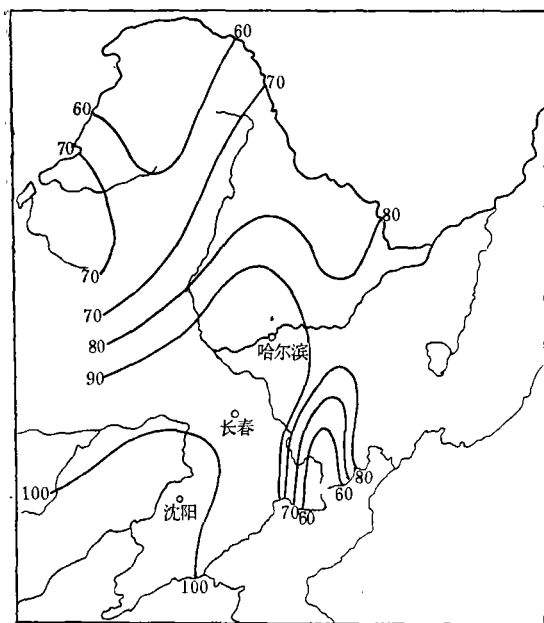


图 1 东北地区 5—9 月气温和的空间分布图
(实线为等温线,数字为 5—9 月温度,单位:°C)

弱,会使作物减产。再加上目前大量种植中、晚熟品种,热量资源在正常年得到充分利

* 本文于 1979 年 7 月 25 日收到, 1979 年 10 月 13 日收到修改稿。

** 吕志远、刘玉贤、杨景龙、黄嘉佑同志参加部份计算工作。

1) 东北地区是指 1979 年行政区划更改以前,包括现在东北三省,内蒙的东三盟,以下同。

表 1

| | 无霜期 | 积温 | 5月T | 6月T | 7月T | 8月T | 9月T | 6—8月T | 6—9月T | 5—9月T |
|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| 相关系数 | 0.05 | 0.47 | 0.37 | 0.31 | -0.12 | 0.37 | 0.36 | 0.45 | 0.48 | 0.58 |

用。在低温冷害年, 热量不能满足作物生长而造成严重减产。

二、东北地区 5—9 月气温的空间分布

由图 1 可见, 东北地区 5—9 月气温北低南高, 山区低, 平原高。我们可以用如下的统计方程来描述

$$T = 89.0 - 3.2(H - 4.67) - 1.94(\phi - 44)$$

其中 T 表示 5—9 月气温和 (单位为 $^{\circ}\text{C}$), 89.0 表示该气温和的平均值, H 表示测站的海拔高度 (单位: 百米), ϕ 表示测站所处纬度 (单位: 度)。

用这个方程来描述东北地区气温和, 可以由原来的标准差 17.2°C , 减为 4.1°C , 这说明方程有很好的作用。从方程可见, 每升高 100 米, 5—9 月气温和降低 3.2°C , 也就是 5—9 月每月平均气温降低 0.64°C , 这和自由大气的 0.6°C 接近。每向北推移一个纬距, 5—9 月气温和降低 1.94°C , 也就是 5—9 月每月平均气温降低 0.4°C 。以长春为例, 如遇到低温年, 5—9 月气温和的距平可达 -5°C 到 -6°C , 这相当于向北推移三个纬距, 或向上升高 150 米到 200 米。

我们利用东北地区 23 个测站近百年的气温资料, 计算了 5—9 月气温和的相关矩阵 (见表 2), 发现这些站的气温距平有极好的一致性, 也就是冷的年份各站气温往往都偏

表 2

| | 海拉尔 | 呼玛 | 爱辉 | 齐齐哈尔 | 海伦 | 伊春 | 佳木斯 | 哈尔滨 | 牡丹江 | 乌兰浩特 | 白城 | 通辽 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 平均值 | 0.534 | 0.510 | 0.567 | 0.567 | 0.705 | 0.561 | 0.574 | 0.735 | 0.690 | 0.714 | 0.717 | 0.735 |
| 最小值 | 0.337 | 0.223 | 0.208 | 0.283 | 0.472 | 0.254 | 0.326 | 0.504 | 0.475 | 0.536 | 0.470 | 0.454 |
| 标准差 | 0.132 | 0.213 | 0.223 | 0.139 | 0.125 | 0.136 | 0.186 | 0.123 | 0.137 | 0.129 | 0.156 | 0.154 |
| 达 0.05 信度 % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 达 0.001 信度 % | 95.5 | 72.7 | 68.2 | 95.5 | 100 | 90.9 | 90.9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 双辽 | 长春 | 吉林 | 延吉 | 通化 | 赤峰 | 朝阳 | 沈阳 | 营口 | 丹东 | 大连 | |
| 平均值 | 0.629 | 0.755 | 0.713 | 0.682 | 0.714 | 0.616 | 0.595 | 0.656 | 0.607 | 0.525 | 0.494 | |
| 最小值 | 0.335 | 0.481 | 0.455 | 0.471 | 0.395 | 0.251 | 0.247 | 0.318 | 0.291 | 0.299 | 0.208 | |
| 标准差 | 0.186 | 0.156 | 0.139 | 0.123 | 0.178 | 0.195 | 0.187 | 0.192 | 0.176 | 0.117 | 0.151 | |
| 达 0.05 信度 % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 达 0.001 信度 % | 95.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 86.4 | 86.4 | 90.9 | 90.9 | 90.9 | 72.7 | |

低, 暖的年份各站气温往往都偏高。

由表 2 可知, 这些站之间的相关系数均通过 0.05 信度检验, 其中长春、哈尔滨等十个站与各站气温的相关系数均通过 0.001 信度检验。特别是长春 5—9 月气温和与各站 5—9 月气温和的平均相关系数最高达 0.755, 最小相关系数也高达 0.481。由此可以看出, 长春一个站 5—9 月气温的和可以很好的代表东北地区的气温。

不仅东北地区 5—9 月气温和有很好的—致性, 全国 5—9 月气温和也有较好的一—致性。计算 1951 到 1970 年东北地区四个低温年 (1954、1957、1960、1969 年) 时全国各地平均 5—9 月气温距平和, 发现除西藏、云南、甘肃、青海四个省、自治区为正距平外, 其余各省、市自治区均为负距平, 符号和东北地区 5—9 月气温距平和—致 (见表 3)。

表 3

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 乌兰浩特 | 西宁 | 兰州 | 银川 | 西安 | 呼和浩特 | 太原 | 北京 | 天津 | 石家庄 | 济南 | 郑州 | 哈尔滨 | 长春 | 沈阳 |
| 5~9月气温距平和 | -6.8 | 0.4 | 1.1 | -1.4 | -0.1 | -1.7 | -0.9 | -2.9 | -2.7 | -3.0 | -2.9 | -2.1 | -3.5 | -4.9 | -4.5 |
| | 拉萨 | 成都 | 昆明 | 贵阳 | 南宁 | 广州 | 长沙 | 武汉 | 南昌 | 合肥 | 南京 | 上海 | 杭州 | 福州 | |
| 5~9月气温距平和 | 1.1 | -0.2 | 0.5 | -1.8 | -0.3 | -0.2 | -1.8 | -2.0 | -1.4 | -2.5 | -2.3 | -1.8 | -1.5 | -0.2 | |

另外, 东北地区低温年、高温年的气温与北太平洋海温有很大范围是一致的。这些都说明, 东北地区夏季低温并非局地现象, 而是东亚大范围的现象。就平均情况而言, 其尺度南北可达 40 个纬距, 东西可达 100 个经距, 面积可达 2000 到 3000 万平方公里。

为了进一步研究东北地区 5—9 月气温, 我们用计算距离的方法, 计算了 23 个站近百年 5—9 月气温和的聚类, 计算的结果如图 2。

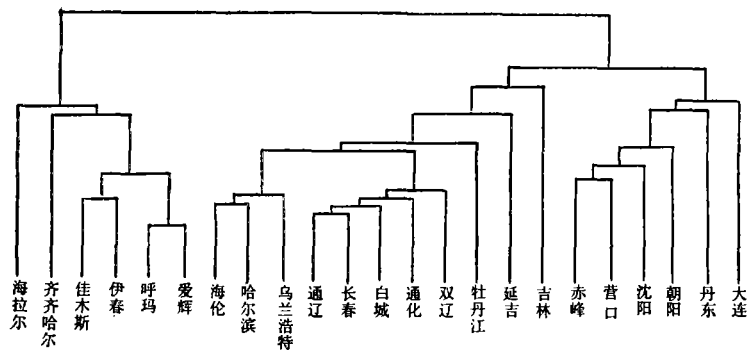


图 2 东北地区 5—9 月气温聚类图

其中距离 $d_{i,j}$ 为

$$d_{i,j} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{i,k} - x_{j,k})^2 / m}$$

式中 $x_{i,k}$ 表示第 i 个点第 k 年的值, $x_{j,k}$ 表示第 j 个点第 k 年的值, m 为年数, 这里有

$$i, j=1, 2, 3, \dots, 23, k=1, 2, \dots, 90, m=90.$$

由图 2 可见东北地区 5—9 月气温和在地理上是连续的, 各小区是连片的。如果把东北地区分为两个区的话, 黑龙江北部为一个区, 黑龙江南部、吉林、辽宁为一个大区; 如分三个区, 则黑龙江北部为一区, 黑龙江南部、吉林为二区, 辽宁为三区。当然还可以在这三个区的基础上分为几个小区。通过比较各站之间的相关系数, 可以将爱辉作为一区的代表站, 长春作为二区的代表站, 或二区和三区的代表站, 营口作为三区的代表站。用聚类的方法进行区划是一种有效的客观分析方法, 它可以综合多个因子的作用, 这种方法可以推广到气候区划和农业气象区划中去。为了说明这种聚类方法的可靠性, 我们又用信息比进行聚类, 信息比按下列公式计算

$$I.R. = - \sum_i^n P(x_i) \log_2 P(x_i) + \sum_i^n \sum_j^k P(y_j) P(x_i | y_j) \log_2 P(x_i | y_j)$$

其中 I.R. 是信息比, $P(x_i)$, $P(y_j)$ 是 x_i , y_j 的概率, $P(x_i | y_j)$ 是条件概率, \log_2 是以 2 为底的对数。

我们选用了十个测站, 用信息比进行聚类并进行了仔细的比较, 其结果十分相似, 如只分为三个区, 两种聚类完全一样。这说明, 利用距离和利用信息比不同的聚类指标进行聚类, 没有多大的差别, 但用信息比为指标, 计算量少得多, 使用方便, 可以手算。这两种聚类的结果在地图上看来是连续的, 聚类是成片的, 并且与人们的天气气候经验也比较一致, 东北地区夏季气温区划, 可以分为二大区或三个区都是合理的。我们研究东北地区冷害问题, 就可以着重研究三个代表站的问题, 特别是长春一个测站在很大程度上反映了东北地区的气温, 这对于我们的分析工作可以带来较大的方便。

为了进一步研究东北地区 5—9 月气温, 我们又将东北地区 23 个站 1881—1970 年 5—9 月气温资料进行自然正交展开, 也就是把 90 年 23 个站气温分解为二部分: 一部分不受时间影响的空间场, 一部分不受空间分布影响的时间场。

计算结果表明, 第一个特征向量就占 66%, 反映了 2/3 的信息, 前二个特征向量几乎占了 80%。而 Weare, B. G. (1977) 将大西洋逐月海温距平用自然正交展开, 计算得到前十个特征向量只占 44.7% 的信息, 大西洋赤道附近的海温前十个特征向量也仅占 52.2% 的信息。由此可见, 东北地区 5—9 月气温有很好的 consistency, 前五个特征向量及其所占比重由表 4 给出。

第一个特征向量的空间分布见图 3。可以看出, 第一个空间分布是南北分布, 图形很简单只有一根零线, 并且在 23 个测站中, 有 18 个测站空间分布值的符号是相同的, 亦即 78% 站的符号是一致的。这也说明, 东北地区 5—9 月气温可能有较好的一致性, 其主要特点呈南北分布, 并与聚类的结果很相近。

第二个特征向量的空间分布图较第一个复杂一些, 有二根零线, 东北地区大体上由东南到西北分为三块。至于第三、第四、第五及以后的特征向量的空间分布比较零乱, 在此不作详细讨论。

三、东北地区 5—9 月气温时间序列分析

东北地区 5—9 月气温和的第一时间分量与长春 5—9 月气温和有较好的一致性, 它

表 4

| | 特征值 | 比重 % | 累计比重 % |
|----|--------|-------|--------|
| 第一 | 15.173 | 65.97 | 65.97 |
| 第二 | 3.171 | 13.81 | 79.78 |
| 第三 | 0.890 | 3.87 | 83.65 |
| 第四 | 0.652 | 2.83 | 86.48 |
| 第五 | 0.560 | 2.43 | 88.91 |

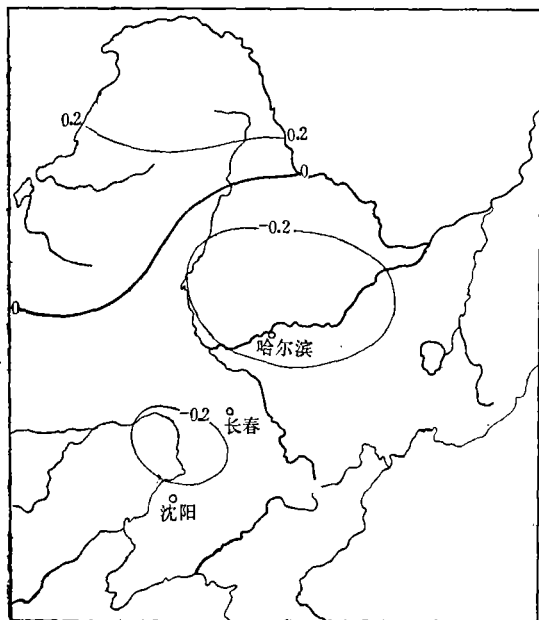


图 3 东北地区 5—9 月气温第一特征向量分布图

们之间的相关系数高达 0.96, 它是 0.001 信度相关系数 0.34 的 2.82 倍, 这从另一个角度说明, 长春 5—9 月气温可以很好的代表东北地区 5—9 月气温。

自 1909 年以来, 有八个严重的低温冷害年, 长春 5—9 月气温和小于或等于 90.0 度。统计这八个低温年长春逐月气温距平, 表明每月负距平持续时间最短的是 1954 年, 低温持续 3 个月; 最长的是 1912 年, 低温持续 13 个月, 平均持续 7 个月。如果进行五个月滑动平均, 持续最短的是 1972 年, 低温持续 5 个月; 最长的是 1957 年, 低温持续达 28 个月, 平均达 16 个月。由此可以看到, 东北地区严重低温冷害不是短暂的天气现象, 而是较长时间尺度 (持续几个月到十几个月) 的天气异常现象。

在这八个严重低温年中, 有七个是前一年 5—9 月气温和为负距平, 另一个是后一年 5—9 月气温距平和为负距平。但一般低温年却不一定有这种持续性。

对于时间序列分析, 我们首先分析趋势项, 利用近百年气温资料, 先对 5—9 月气温和作五年滑动平均, 然后再隔五年取一个数进行 25 年滑动平均 (即进行五点滑动平均), 我们把这个滑动平均看作趋势项, 分析这些趋势项可以看到有明显的长周期。这样就可以建立含有长周期的趋势项方程为

$$y = 1.2 \sin [3.28(t - 1900) - 65.6] - 0.1$$

其中 y 为长春 5—9 月气温距平和的 25 年滑动平均值, t 为年份。拟合与误差由表 5 给出, 其误差的标准差为 0.23 度。

从表 5 和上述公式可以看到, 趋势项大约有 110 年周期。由此可知, 本世纪末东北地区 5—9 月气温就趋势项而言将低于解放以来的三十年。

去掉趋势项后, 可以得到 1881—1978 年长春 5—9 月气温的新序列, 可以看到气温有明显的阶段性。根据实测纪录, 用最优二分割法可以把 1909 年以来分为四段, 1919

表 5

| 年份 | 1885 | 1890 | 1895 | 1900 | 1905 | 1910 | 1915 | 1920 | 1925 | 1930 | 1935 | 1940 | 1945 | 1950 | 1955 | 1960 | 1965 | 1970 | 1975 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 滑动值 | -1.3 | -1.3 | -1.3 | -1.2 | -1.1 | -0.9 | -0.5 | 0 | 0.5 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0 |
| 拟合 | -1.2 | -1.3 | -1.3 | -1.2 | -1.0 | -0.7 | -0.4 | -0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | -0.1 |
| 误差 | -0.1 | 0 | 0 | 0 | -0.1 | -0.2 | -0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0 | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.1 | 0.1 |

年的二分割标准差为 2.38 是 1909—1952 年这一段中最小的, 1953 年的二分割标准差为 2.46 是 1919—1974 年这一段中最小的, 1975 年的二分割标准差为 2.87 是 1953 年以来最小的。这样 1909—1978 年可以分为四段, 1909—1918 年为冷期, 1919—1952 年为暖期, 1953—1974 年为冷期, 1975 年以来为暖期。在冷期中有八个特冷年, 没有特暖年, 在暖期中有八个特暖年, 没有特冷年。经 χ^2 检验, 这样分割 $\chi^2=16.51$, 通过 0.001 信度检验, 说明这样的分割划分阶段是合理的。

为了研究东北地区 5—9 月气温和的周期性, 我们计算了 23 个站 5—9 月气温的谱分析(表 6)。

表 6

| | 海伦 | 哈尔滨 | 牡丹江 | 乌兰浩特 | 白城 | 通辽 | 双辽 | 长春 | 吉林 | 延吉 | 通化 | 四平 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| 长 周 期 | >70 | >70 | >70 | 无 | >70 | >70 | >70 | >70 | >70 | >70 | >70 | >70 |
| 短 周 期 | 无 | 3.18 | 3.04 | 3.18 | 3.04 | 3.18 | 3.18 | 3.18 | 3.18 | 3.18 | 3.18 | 3.04 |
| | 朝阳 | 沈阳 | 营口 | 丹东 | 大连 | 海拉尔 | 爱辉 | 呼玛 | 齐齐哈尔 | 伊春 | 佳木斯 | |
| 长 周 期 | >70 | >70 | >70 | >70 | >70 | 无 | 无 | 无 | 23.33 | 无 | 无 | |
| 短 周 期 | 3.18 | 3.18 | 3.18 | 3.18 | 3.18 | 2.26 | 3.50 | 3.50 | 2.92 | 4.67 | 4.67 | |

表中周期在 15 年以上为长周期, 15 年以下为短周期, 这里只给出一个最强的长周期, 一个最强的短周期。从表 6 可见, 东北中部和南部地区的大部分测站, 有大于 70 年的长周期和 3.18 年的短周期, 而东北地区北部的六个测站, 均没有这样的长周期和短周期, 恰好这六个测站就是用聚类分析划分为北部的六个测站。说明用聚类分析将东北地区划分为二个大区是合理的。

我们又对东北地区 5—9 月气温自然正交展开的前二个时间分量进行谱分析, 发现在第一个时间分量中, 有一个明显的长周期(大于 70 年)和一个短周期(3.18 年)。这与东北地区中部、南部大部分测站分析结果是一致的, 长周期和前面分析的趋势项有 110 年长周期相符; 第二个时间分量没有一个周期通过检验, 相对比较起来, 4.07 年周期最强。

由上述分析得到, 东北地区 5—9 月气温和有 110 年左右的世纪周期, 和三年左右的短周期。这两种周期均非东北地区 5—9 月气温所特有, 全球气温也有世纪周期。东

东北地区夏季的降水、东北气旋路径也都有三年左右的周期，许多大气现象也有三年左右的周期。

四、低温冷害对农业生产的影响

东北地区低温冷害是从 1969 年、1972 年由于它造成东北大减产才逐渐被人认识的，过去东北把这种自然灾害称为哑巴灾。70 年代以来从日本引入这个名词，目前已被广大群众所接受。南方的寒露风也是一种低温冷害(近年来也有人把寒露风称为低温冷害)。可见这种自然灾害在我国是广泛存在的。

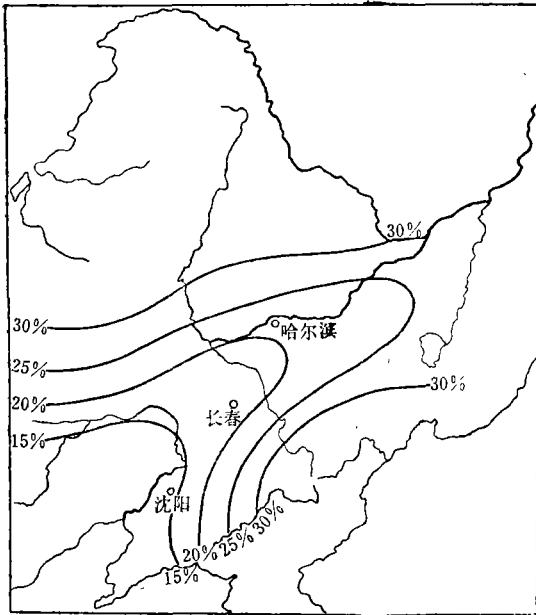


图 4 低温冷害年东北地区粮豆平均减产分布图

单产减产百分比，(减产百分比是指该年和它前一、二年较高一年产量减少的百分比)并计算平均减产百分比、结果如图 4。

由图可见，黑龙江北部低温冷害平均减产 30%，吉林东部减产也在 30% 以上，而辽宁大部分地区则不到 20%。这和东北地区气温分布及水稻种植面积有关。严重低温冷害年，东北地区总产平均减产 15.2%，黑龙江最多达 20.2%，辽宁最少为 11.0%，吉林居中为 17.3%。

东北地区最主要作物是玉米，近几年来玉米占东北总产量的百分之四十多。我们又统计了上述五个低温年东北各县玉米平均减产百分比。结果可以看到，黑龙江北部和吉林长白山区平均减产四成以上，黑龙江南部、吉林的大部分地区平均减产一到三成，辽宁大部份地区平均减产一成左右。计算了东北各市、县玉米平均减产百分比与各地 5—9 月平均气温和之间的相关系数达 0.82，通过信度 0.001 检验。这说明生长期气温愈低的地方玉米愈易遭受低温冷害，并且减产百分比大。对于水稻也有类似结果。

吉林省粮豆单产由于低温冷害平均减产 16.2%，水稻、高粱、大豆、玉米遇到低

低温冷害对日本的影响极大，日本的研究集中在水稻低温冷害方面并把它分为延迟型和障碍型。所谓延迟型冷害，主要指水稻在整个生长期遇到长时间的低温而造成减产；障碍型冷害是指水稻在孕穗、抽穗、开花期遇到短时间强烈相对低温(一般认为低于 17°C)造成减产。我国对水稻低温冷害也广泛开展了研究，许多研究指出东北地区水稻冷害主要是延迟型，但障碍型冷害对东北水稻也有一定的影响。低温冷害不仅发生在中高纬度，在低纬甚至在赤道附近的国家也有低温冷害发生。

解放以来东北地区全区性较严重的低温冷害有五次，即 1954、1957、1969、1972、1976 年，我们分别计算了这五年东北地区各市、地、州、盟粮豆

温冷害年均减产, 谷子除 1969 年增产外, 其余四年均减产, 小麦生长期在 4—7 月, 它的产量与 5—9 月气温没有什么关系。低温冷害年对各种作物影响以水稻最重, 平均减产 34.5%, 是全省粮豆平均减产 16.2% 的 2.13 倍(表 7)。高粱是很怕低温冷害的作物, 遇到低温冷害其平均减产 25.1%, 是旱田作物之首; 大豆减产也比较严重, 平均减产可达 19.7%; 玉米也平均减产 13.6%。

表 7 低温冷害年平均减产百分比

| 年 份 | 粮 豆 | 水 稻 | 高 粱 | 大 豆 | 玉 米 | 谷 子 | 小 麦 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1954年 | +7.6 | +18.3 | +14.5 | +7.2 | +4.8 | +10.1 | -9.2 |
| 1957年 | +29.8 | +11.9 | +33.5 | +11.5 | +18.6 | +23.7 | +11.7 |
| 1969年 | +20.1 | +42.4 | +36.4 | +19.2 | +19.0 | -8.6 | +5.4 |
| 1972年 | +18.6 | +57.1 | +31.1 | +35.0 | +20.6 | +0.8 | -15.6 |
| 1976年 | +4.7 | +43.0 | +9.8 | +26.4 | +5.0 | +9.2 | -6.2 |
| 平均减产 | +16.2 | +34.5 | +25.1 | +19.7 | +13.6 | +6.9 | -2.8 |

(注: 表中“+”为减产, “-”为增产)

五、结 论

综上所述可以得到:

(1) 在夏季, 东北地区严重的低温冷害年, 在时间和空间尺度上都是一种很大尺度的现象, 低温范围可达 40 个纬距, 100 个经距, 时间一般可持续几个月, 长则十几甚至二十几个月。

(2) 夏季低温最好的指标是 5—9 月平均气温和, 它与产量关系最密切, 同时, 有极好的一致性。长春 5—9 月气温和可以很好的代表全区各地夏季冷暖。

(3) 东北地区夏季气温有明显的阶段性, 有 110 年的长周期和 3.18 年的短周期。

(4) 东北地区严重低温冷害年, 可使产量减产一成到四成, 其中水稻、旱田作物高粱减产最重, 其次是大豆和玉米, 谷子减产最轻。多年平均气温愈低的地方受害愈重。小麦产量与 5—9 月气温和没有什么关系。

本文在计算工作中曾得到王绍武同志的帮助, 巢纪平同志对本文提出许多宝贵意见, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 坪井八十二等, 异常气象と农业, 朝倉書店。
- [2] 气象厅, 季節予報指针, 1972。
- [3] Weare, B. C., Empirical orthogonal analysis of Atlantic Ocean surface temperatures, *Q.J.R. Met. Soc.* 103(437)
- [4] 吉林省树木年轮与气象协作组, 用树木年轮资料作吉林省气温超长期预报, 《气候变迁和超长期预报文集》, 1975。
- [5] 丁士晟, 吉林省六十年代降水超长期预报的检验, 《气候变迁和超长期预报文集》, 1975。

**THE CLIMATIC ANALYSIS OF LOW TEMPERATURE
IN SUMMER OVER THE NORTHEAST CHINA
AND INFLUENCE FOR AGRICULTURAL
PRODUCT**

Ding Shi-Sheng

(Meteorological Institute of Jilin province)

Abstract

In this paper, the summer temperature over the Northeast China, 1881—1978, have been examined by climatic analysis. It is obtained that the heavy low temperature in summer over the Northeast China is a kind of very large scale phenomenon for space and time. The sum of monthly mean temperature for May—September in Changchun may well represent the cold and warm summer over the Northeast China districts. The summer temperature over the Northeast China has obvious stages, it has 110-yr. long period and 3-yr. period. If the summer temperature over the Northeast China is low, the heavy damage of agricultural product will be happened. At the cold weather damage year, the heaviest damage is done to growing rice, while sorghum is the next.