

# 东北地区粮食作物冷害规律的研究

北方主要作物冷害研究协作组\*

东北地区是我国主要商品粮基地之一，但是产量不稳定，且近三十年来总产量的变化幅度有增大的趋势：五十年代变幅仅为几十亿斤，六十年代以来有的年份却高达一百亿斤以上（1969、1972年）。这样大的变动，当然引起了人们的关注。经过几年的试验研究，确认低温冷害是东北区粮食减产的主要原因。现将我们对冷害规律和防御措施的看法分述如下。

## 一、东北冷害的表现及其出现规律

### （一）冷害的几种类型

1. 延迟型冷害及作物的敏感期：北方主要属一季作物栽培区。如果大田作物（玉米、高粱、大豆、谷子）生育期内温度低，其成熟期就会延迟，不能在霜冻前成熟。这种贪青晚熟的现象被称为“哑叭灾”。遇到这种现象时粮食粒重下降，产量降低。这种延迟型冷害是北方的主要冷害类型。

作物从播种到成熟的全过程的发育速度都受气温的影响，但各个阶段受气温影响的程度却不同。从表1可见，玉米完成营养生长期生育日数与气温的相关系数，要比其他生育期的相关系数为大。对大豆的分析（表略），结果也相同。这说明作物在营养生长期的发育速度对气温的反应要比其他发育期更敏感些，如果这一时期气温低，就更容易造成延迟型冷害，所以营养生长期是这种冷害的敏感期。

表1 玉米不同生育期发育速度与气温的相关系数

相关系数 时段	品 种	早 熟	晚 熟
		火 玉 米	菜 粒 子
营养生长期（出苗到抽雄）	0.83	0.66	
生殖生长期（抽雄到成熟）	0.52	0.18	
子 样 数	8	40	

据分析计算，敏感期内平均气温增减1℃，营养生长期将相差3—5天。然而，东北营养生长期平均气温的高低可相差3℃左右，所以大田作物完成营养生长期的迟早也可以相差10—15天。因此，延迟型冷害是低温减产的基础条件，而秋霜冻害只是延迟冷害的后果。

2. 障碍型冷害及其指标：障碍型冷害主要为害水

稻，发生在孕穗期、开花期。短时间的低温，常使花粉发育不良，授精过程受阻，以致空壳率增加，引起减产。为了探讨障碍型冷害规律，在东北一些水稻区进行了水稻盆栽试验，其结果如表2—3。

表2 减数分裂期的温度与空壳率

京引127号	日平均温度(℃)	22.6	21.5	17.4	15.1
	空壳率(%)	6.2	10.1	24.3	42.1
长白6号	日平均温度(℃)	19.5	19.1	15.8	14.0
	空壳率(%)	4.9	15.4	36.2	39.8

表3 花期温度与空壳率

京引127号	日平均温度(℃)	22.6	21.3	19.6	17.0	15.4
	空壳率%	9.6	18.7	21.0	65.9	85.5
长白6号	日平均温度(℃)	24.1	23.5	22.1	19.9	18.8
	空壳率%	9.6	15.6	10.0	31.5	53.7

许多地区不同品种的试验均得出相似结果，即在减数分裂期或花期如果日平均气温低于17℃，空壳率便显著增高，产量明显减少。有时，水稻在受延迟型冷害影响的同时，又受障碍型冷害的影响；这种混合型冷害在北方稻区也常出现。

### （二）冷害的气候关键期

任何时期的低温对产量都有影响，但不同时段的低温对产量的影响并非相等。我们把影响较大的时段称为冷害气候关键期。东北大致有两个冷害关键期。第一关键期大体上在6月，第二关键期在8、9月。它在北部较提前，在南部略延后。例如黑龙江第一关键期在5月中旬至6月中旬，辽宁在6月中、下旬；第二关键期黑龙江在8月，吉林在8或9月，辽宁在8月下旬到9月。

第一关键期与延迟型冷害敏感期较吻合。这个阶段的低温常导致贪青晚熟。

第二关键期的温度影响粒重最明显，该时段的积温变化与相对粒重的关系如下式所示：

$$y = 0.666 + 0.09464\phi_{i_1} - 0.00644\phi_{i_2} - 0.009\phi_{i_3}$$

上式中y为相对粒重，i为积温差值分组序号， $\phi$ 为正

\* 本文由冯国清执笔，参加此项工作的还有王书玉、孙玉亭、唐裴然、杨继武、杨永岐、刘庆敏、关桂林、兰鸿第。

交项。

第二关键期温度的高低直接决定着灌浆情况和籽粒饱满的程度，所以它是直接决定产量的原因之一。

### (三) 低温冷害的地域分布

1. 延迟型冷害的分布：根据延迟型冷害指标计算出了各地一般冷害频率的分布，如附图所示。由附图可见，一般冷害频率以辽南近海地区最低，在15%以下；其次是辽宁和吉林的中西部平原，频率为15—



附图 延迟型一般冷害频率%分布图

20%。辽东山地、吉林省北部和黑龙江省的平原地区，频率为20—30%。频率高的是长白山地区、大小兴安岭山地及其邻近地区，在30%以上；而又以蒙古高原的东部最高，超过40%。

大幅度减产的严重冷害频率，也有相似的分布趋势。全区大部分平原地区在20%以内，辽、吉二省的中西部平原在10%以下，长白山和大小兴安岭山地在25%以上，蒙古高原东部超过40%（图略）。总的看来，冷害的频率，北部高于南部，山区高于平原。

2. 水稻障碍型冷害的分布：据分析，孕穗期的障碍型冷害指标为连续两天以上低于17°C，花期障碍型冷害指标为日平均气温连续两天以上低于19°C。遇有上述情况，为障碍型冷害年。

据统计，孕穗期障碍型冷害，在辽宁、吉林的中西部地区少见，其余大部分稻区的频率在20%以内。频率高的地区是长白山地、大小兴安岭山地和蒙古高原的东部，在40%以上。花期冷害频率高于孕穗期；其中辽宁和吉林省的西部频率最低，在20%以下；吉林的中、东部稻区和黑龙江的南部在25—40%之间；山区、高原和三江平原高于40%（图略）。

## 二、冷害形成的原因

东北冷害问题之所以比较突出，可以从气候和农业两方面找到原因。

(一) 气候原因：冷害的出现与长期气候波动有关。利用东北地区七十多年的气象观测记录和用树木年轮资料延伸得出的1751年以来的气温资料，分析了东北地区作物生育期气温的波动。结果表明，生长季

(5—9月)温度存在着冷期与暖期交替出现的规律。近百年来，从上一世纪八十年代中期到本世纪初为第一个冷期，其后到五十年代初为气温较高的暖期，自五十年代后期起进入了第二个冷期，已持续了二十多年。经统计检验，冷暖期的差异很显著。虽然各个地方冷期和暖期转换的具体年分并非完全一致，但是冷暖期变化的趋势却相似。由于冷暖期气温的显著差别，导致冷暖期里作物冷害频率的显著变化（表4）。

表4 冷暖期里冷害的频率(%)

地点 冷害程度 冷暖期	营 口		沈 阳		哈 尔 滨	
	一般 冷害	严 重 冷害	一般 冷害	严 重 冷害	一 般 冷害	严 重 冷害
第一冷期	46.2	23.1	53.8	15.4	50.0	30.0
暖 期	2.9	0.0	5.0	0.0	2.8	0.0
第二冷期	15.4	11.5	19.2	11.5	23.1	11.5

注：根据各地5—9月平均气温和与同时期月平均气温和的离均差，划分严重减产年、一般减产年指标：5—9月平均气温和80、85……105°C时，一般冷害年离均差为-1.1、-1.4……-2.3°C；严重冷害年离均差为-1.7、-2.4……-4.4°C。

由表4可见，冷害的阶段性很明显。因此，为了减轻冷害威胁和充分合理地利用气候资源，应该在决定农业措施时考虑冷暖期的差异。

此外，由于大气环流等影响，进入七十年代后降雨量明显减少，比六十年代减少一百多毫米。近些年来连年出现干旱，这也影响热量资源的利用。通过盆栽试验也证明，在凋萎湿度以下，作物生育期显著延长。从平行观测资料统计得出，干旱年比正常年高粱全生育期多需积温220°C；玉米多需90°C；大豆多需220°C。所以，近一时期干旱也是造成低温冷害的间接因子。

(二) 农业原因：六十年代中期以后，盲目选用生育期过长的品种的现象比较普遍。例如，据1977年调查，生育期过长的“两杂”作物玉米、高粱播种面积分别达到70%和53%。生育期比过去延长了10至12天，对积温要求增多200—400°C，甚至南种北引达5个纬度，积温保证率降至30—60%。这种“闯大运”的种植方式，必然导致低温冷害加重的后果。

## 三、防御作物冷害的措施

由上可知，冷害虽然与气温周期变化的影响有关，但更重要的是由于没有根据当地的气候资源合理地布

局作物品种所致。因此，根据当地气候资源合理地布局作物和品种，应是抗御低温的一个战略措施。同时，根据气候的演变规律，相应地调整作物或品种的比例搭配，在理论上和实践中也都证明是有效的。

(一) 关于品种的合理布局：首先对东北玉米、大豆、高粱、谷子、水稻等作物的63个主要品种进行了全生育期的作物热量指标鉴定(采用 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温)，并以此来衡量地区温度条件的满足程度。取百分之八十保证率作标准，将东北区划分为晚熟品种区( $2800-3000^{\circ}\text{C}$ )、中晚熟品种区( $2600-2800^{\circ}\text{C}$ )、中熟品种区( $2400-2600^{\circ}\text{C}$ )、早熟品种区( $2200-2400^{\circ}\text{C}$ )、极早熟品种区(少于 $2000^{\circ}\text{C}$ )。各品种区的划分侧重于熟期问题，重新调整了作物品种(图略)。这样一来，不但多年平均产量较高，而且产量又比较稳定。

(二) 合理搭配品种：在冷、暖年间，产量差异很大，早熟种最稳，晚熟种最不稳，中熟种居中。若满足不同品种各自的适宜温度，则晚熟种产量最高，中熟种次之，早熟种最低。这种高产与稳产的矛盾，采用合理搭配品种比例的办法将可解决。再说，东北土地面积大，播期较长，由于播期有差别，在积温利用方面也有所不同，所以要相应有品种搭配措施。

进行品种搭配的方法是根据热量条件确定品种搭配的策略，按所对应的收益矩阵，求出收益函数的期望值。大田作物一般采取两个品种类型进行搭配。从

收益函数的期望值来看，播种比例按70—80%的主栽品种(保证率80%的品种)，搭配20—30%生育期较短的品种(积温距平 $-200^{\circ}\text{C}$ )，则长年代能获得较高的收益，而且低温年产量较稳。

黑龙江省根据作物的需要，提出大田作物在高温年种70—80%主栽品种，搭配20—30%偏晚品种；在低温年一般种20—30%主栽品种，搭配70—80%生育期较短的品种。吉林省也提出按不同年分水稻的搭配比例，如表5。

表5 吉林省不同年分水稻品种搭配比例

比例 %		6—9月 积温 ( $^{\circ}\text{C}$ )						
		<2050	2100	2200	2300	2400	2500	>2550
品 种	早 熟	100	95	65	35	5		
	中 熟		5	35	35	35	10	
	晚 熟			30	60	90	100	

以上虽然根据当前情况总结了作物冷害的出现规律、形成原因并提出了相应的防御措施，但是随着农业生产技术的提高和耕作制度的改变，必然还会出现新的问题。因此，这方面的研究很难一劳永逸，今后还需要根据农业生产中提出的新问题继续深入地研究。