

# 水稻冷害的研究

## ——关于早播早插几个问题的探讨

张清晏 郑义方 张东海 李龙国

(合江水稻研究所)

合江地区属寒地稻作区,据多年历史资料调查,由于水稻播期推迟和生育期间遭受低温冷害,导致产量不稳,不同年份波动较大。为此,进一步调查研究水稻冷害的发生规律和防御措施,对当前扩大水田面积和提高产量,具有重要的现实意义。

根据我所两年试验结果,初步整理归纳,现就早播早插在生产上出现的问题,提出一些不成熟的看法。

### 一、早播与保苗问题

关于水稻的适宜播期问题,由于不同年代、不同品种以及不同栽培条件,播期也不尽相同。据许多报导,多数认为水稻适宜播期为五月二十日左右。如果播期提前受冷害

的机率增多,出苗率不足50%。我所一九七七、一九七八两年试验,自四月二十五日至六月九日,每隔五天播一期,从不同播期的出苗、生育表现和产量结果看,早播的一、二、三、四期均优于后几期,且有愈早愈优的趋势。一九七七年从四月二十五日至五月八日播后十四天经历了六次连续低温,其中四月二十七日,四月二十九日,四月三十日,最低温度分别达零下3.1℃、3.8℃、5.0℃,五月上旬日平均温度为12.8℃。盆栽辅助试验最低值达零下6.0~8.3℃,但对保苗无甚大影响。据田间调查,四月二十五日播种,保苗率虽较低,69.2%至73.5%,四月三十日与五月五日播种的保苗率均在80%左右(见表一)。

表一 积温与保苗的关系

品 种	期别	1977 年	1978 年	1977 年	1978 年	1977 年	1978 年
		苗(月	日)始	保	苗	最 高 积 温℃	
合江十九号	1	5.20	5.23	72.0	73.2	555.2	542.3
	2	5.20	5.24	79.6	73.2	505.5	471.9
	3	5.23	5.25	78.3	73.2	471.2	430.3
	4	5.26	5.27	80.0	73.4	450.2	384.8
	5	5.30	5.31	63.9	63.1	380.2	369.3
	6	6.3	6.2	70.7	76.1	355.2	316.0
	7	6.7	6.4	61.2	77.1	330.2	251.5
	8	6.13	6.7	58.4	84.5	347.1	224.5
	9	6.19	6.13	59.4	84.5	360.5	237.5
	10	6.22	6.16	57.6	75.5	303.2	183.0

品 种	期别	1977 年	1978 年	1977 年	1978 年	1977 年	1978 年
		苗(月	日)始	保 苗	率%	最 高 积 温℃	
合江二十号	1	5.21	5.23	73.5	54.3	538.1	542.3
	2	5.22	5.24	81.7	61.7	482.2	471.9
	3	5.22	5.25	72.6	73.4	445.4	430.3
	4	5.27	5.27	81.2	75.5	450.2	384.8
	5	5.29	5.31	79.3	75.5	357.8	369.3
	6	6.1	6.2	72.6	58.5	355.2	316.0
	7	6.6	6.4	77.4	57.4	330.2	251.5
	8	6.12	6.7	74.8	64.9	325.2	224.5
	9	6.19	6.14	69.5	69.1	360.5	265.5
	10	6.21	6.16	61.7	51.3	284.0	183.0
合江十四号	1	5.19	5.23	69.2	70.1	506.7	542.3
	2	5.21	5.24	80.0	83.1	482.2	471.9
	3	5.24	5.25	78.7	71.4	471.2	430.3
	4	5.27	5.27	91.9	70.1	450.2	384.8
	5	5.28	5.31	72.9	75.4	338.9	369.3
	6	6.3	6.2	47.1	78.1	355.2	316.0
	7	6.7	6.4	78.3	78.8	330.2	251.5
	8	6.11	6.7	74.6	85.3	309.1	224.5
	9	6.18	6.14	62.4	88.6	335.0	265.5
	10	6.20	6.17	61.7	69.6	264.9	211.0

表二 播种至出苗的温度下限（B 值）

品 种	年 度			
	1963	1964	1977	1978
北 海 一 号	9.5	9.7		
合 江 一 号		9.7		
合江十八号			9.0	
合江十九号			9.2	9.86
合江二十号			9.2	9.8
合江十四号				9.8

一九七八年从四月二十五日至五月八日经历了九次低温，虽然低温强度不大，零下1.1~2.1℃，但延续时间较长，五月上旬日平均温度仅为9℃。第一期的保苗率在70.1~73.2%之间，第二期的保苗率达73.2~83.1%，其结果和77年相同。这说明在我省长期栽培的品种，具有高度抗寒能力。

为进一步了解不同低温持续时间长短，对种子冻害和出芽的关系。我所把即将萌动的种子，放到零下3~5℃、6~8℃冰箱内持续一、三、四、五小时的低温处理。其结果，不论那个低温，均有随处理时间的延长而降低发芽势的趋势，但对种子发芽力仍无较大的影响，一般发芽率均保持在86~97.5%之间（如表三）。

表三 不同温度处理对出芽的关系

处理时间 (小时)	处理温度（零下）	
	3~5℃发芽率	6~8℃发芽率
1	97.5	92.0
2	92.0	93.0
3	87.5	85.3
4	86.5	86.8
5	91.5	86.0

上表说明零下8℃低温持续4~5小时，不能引起细胞伤害而丧失生命力。进一步证明了我省水稻种子在很大程度上由于多年在高纬度地带的选育和种植，而累加了一定量的具有抗寒的遗传性，同时也说明了适期早播，充分利用有效积温的可能性。

一九七八年进一步试验，初步明确了水稻种子淹没2~2.5寸水层，日平均温度低至6~8℃条件下，播后延续14~17天，不仅不能霉烂粉种，一旦活动积温达80~85℃，即日平均温度接近9℃，即可萌动出芽。而且不论寄种时间长短（4月25日~6月9日），其出芽率均可达90%以上。尤其是早播早出

苗的趋势也与77年基本相似。据一九七七年田间生育调查，从四月二十五日至六月九日播种的始芽期、出苗期、叶龄等，均随播期的提前而依次提前，出苗期三个品种趋势相同，播期1~4较5期提早出苗7~10天，播期6~10较5期延迟7~28天。一九七八年由于五月上旬温度低，出苗期较七七年拖延3~4天，但以五月十五日为对照1~4期的出苗期与去年基本相同，仍提早出苗7~9天。分蘖期依次提早7天左右，有效分蘖期延长至15~21天。

与此同时，我们还进行了大面积调查，星火公社星火大队255亩地四月二十七日播种，二十八日灌水，另有270亩五月二日播种三日灌水保苗均无问题，长势好。四月三十日播种五月一日灌水保苗也很好。试验与生产实践都说明，水稻适期早播，能为充分利用当地热量资源，延长营养生长期，防御延迟型冷害和提高产量提供有利条件。

## 二、早播与绵腐病问题

七七、七八两年初步试验结果表明，绵腐病不是随播期提早而增加，据六十个点次的调查均呈不规则的波动式跳动（如表四）。绵腐病的轻重在很大程度上取决于播种时昼夜温差的大小，与早播的低温关系不甚密切。据调查，发病前四日连续遭致低温，或持续高温时，绵腐病均较轻，日平均气温不到10.6℃，甚至不发病。如四月二十五日和四月三十日的两个播期播后14~17天，日平均气温在10.2℃，最高17.6℃，最低8.9℃，供试三个品种均未发病。五月二十五日以后播种的日平均气温稳定在16℃以上的发病也较轻。只有气温忽高忽低，特别是低温后转晴，气温升高到15℃~18℃时，而且还必须是在深水缺氧条件下，容易感染发病。七八年从五月十一日到五月三十日其发展的过程可分四次高峰，即5月11日、5月18日、5月24日、5月30日。温度范围为日平均气温10.6℃至15.4℃，最高温度为18~24℃，

表四

绵 腐 病 调 查

品 种	期 别 发病率 (%)	4.25	4.30	5.5	5.10	5.15	5.20	5.25	5.30	6.4	6.9
	年 代										
合江 19 号	1977	10	12	0	7	4	17				
	1978	9.1	4.2	5.3	5.0	1	1.1	3.9	3.2		1
合江 20 号	1977	12	12	15	6	1	13	1	0		
	1978	5.0	7.3	3.6	5.9	3.1	2	5.9	1.1	1.1	2.2
合江 18 号	1977	20	15	13	4	16	21	1	0		
合江 14 号	1978	9.6	3.1	5.9	8	5.4	5.4	7.7	3.3		

最低为 3.6~7.6℃。而且发现凡是发生绵腐病的，绝大部分是破皮裂口种子，一般完好种子发病率极低，甚至不发病。绵腐病在某种程度上是人为造成的。通过降低种子破皮裂口率，合理灌溉避免造成深水缺氧的条件，绵腐病是可以控制的。

三、早播与产量问题

早播能否增产，这是多年来一直在讨论的问题，从我所一九七七、一九七八两年试验结果看，适宜早播不仅保苗和绵腐病都不成问题，而且还延长了营养生长期，充分利用了当地热量资源。自四月二十五日至六月九日，各期的产量均随其播期的提早而依次增加。一九七七年三个品种最高产量均出现在 1~2 期，亩产均达千斤以上。七八年三个供试品种中，有两个品种(合江 19 号、合江 20 号)的最高产量与七七年同样出现在第二播期上。另一个品种的最高产量是第一播期，除第六期与对照(第五期)平产外，其它各期仍有愈前愈高的趋势。据分析其所以与前二品种规律不甚一致，主要由于合江 14 号早期倒伏和遭致稻瘟病有关。

三个品种均有随营养生长期的延长，积温的增加，而提高单产的明显趋势。从七七年的产量表现，如以五月十五日第五期播种

产量为对照，则晚熟品种合江 20 号，1~4 播期分别增产 7~23.9%，早熟品种合江 19 号为 1.7~10%。合江 18 号为 2.5~15.5%。七八年的供试品种中合江 19 号、合江 20 号的产量表现及其规律与去年完全一致，只有合江 14 号由于以上所提及的原因不甚规律，但总的趋势还是比较一致的。利用费赫纳指数法测定相关系数结果表明，积温与产量有极显著的相关关系。单位面积的穗数、粒数、粒重、随播期的提早均有增加的趋势，空秕率则明显减少。28 年来的气象资料统计分析，本地春季日平均气温稳定上升到 9℃ 的日期为四月三十日，稳定上升到 10℃ 的日期为五月三日，秋后日平均气温稳定下降到 13℃ 的日期为九月十七日，而且历年 9 月 20 日前后即降初霜。为了最大限度的利用活动积温和生育日数，特别是用以躲过延迟性冷害，夺取大面积均衡高产，认为在当前栽培水平条件下，四月二十五日为直播早限期，四月三十日为安全适期，早熟品种五月十五日前播完为宜。这是寒地稻作充分利用热量资源的有效途径，也是防御延迟性冷害的重要措施。

四、无土育秧的移栽期问题

无土育秧可早育、早播、带胚乳下田，

表五 无土秧与大秧生育调查表

育秧方法	插秧期 月 日	株 高 cm	茎 粗 cm	叶 令 个	叶 长 cm	叶 宽 cm	分蘖数 个	根 数 个	根 长 cm	始 穗 月 日	抽 穗 月 日	齐 穗 月 日
无土育苗	4.25	30.7	0.6	8.1	20.5	0.74	4.4	40.9	20.9	7.24	7.25	7.27
	4.30	30.8	0.6	7.9	20.3	0.62	2.7	28.1	18.1	7.24	7.25	7.27
	5.5	29.1	0.54	7.5	18.9	0.67	2.9	32.5	17.1	7.25	7.27	7.28
	5.10	28.2	0.5	7.5	18.1	0.59	2.9	28.6	18.2	7.25	7.27	7.28
	5.15	27.7	0.51	7.7	17.9	0.59	2.0	30.2	12.2	7.25	7.27	7.29
	5.20	25.5	0.47	7.0	16.3	0.55	1.95	25.8	15.5	7.28	7.29	8.1
湿润育苗	5.25	25.1	0.39	7.0	16.5	0.53	1.5	26.8	15.7	7.29	7.31	8.2
	5.15	25.3	0.47	7.7	16.1	0.53	1.6	25.3	16.95	7.25	7.27	7.29
	6.4	29.3	0.5	8.0	19.5	0.63	1.46	23.8	13.9	7.28	7.29	7.31
	6.9	29	0.53	7.5	19.2	0.61	1.2	26.6	11.4	7.28	7.29	7.31

表六 无土和有土对比

处 理	株高 cm	茎 粗 cm	根长 cm	根毛	根数 个	胚乳	叶数 个	叶宽 cm	鲜 重10株 克				干 重10株 克			
									无 土		有 土		无 土		有 土	
									地 上	地 下	地 上	地 下	地 上	地 下	地 上	地 下
无土秧	8.6	0.12	3.0	多	7.9	多	2	0.22	0.475	0.922	1	1.94	0.12	0.2	4.1	2.0
有土秧	7.1	0.17	4.5	少	6.3	少	2.1	0.2	0.77	0.79	1	1.26	0.19	0.2	0.1	1.1

抗寒性强，特别是返青临界温度低的特点。为了运用好这一技术，用以防御延迟性冷害，我们进行了分期育苗，同一秧令（二叶）不同播期。试验自四月二十五日至五月二十五日，每隔五天播一期，并以五月十五日的同一秧令的湿润育苗为对照，六月四日、六月九日的手插大秧为参照，共计十期。

试验结果表明，无土秧插后遭遇短期低温或霜冻对秧苗无大影响。七八年第一期四月二十五日插后遭致零下 0.5~2.1℃ 低温两次（均计 3 小时），水面零星结冰，露出水面叶片均未出现冻害，插后 4 日仍保持原有绿色，但由于蹲苗时间较长，插后 17 天才呈现返青。另外由于过早水整地，整地质量不好等原因，缺苗达 40~50%，亩产 880.2 斤，产量最低。第二期四月三十日插后 12 天返青，从插秧到返青期，日平均温度为 10.9℃，虽与第一期 10.7℃ 相差无几，有缓苗现象，但老根尖端乳白和内在胚乳养分可维持短期物质代谢，即与返青临界温度相近，因此生育正常，无死苗，缺穴率仅为 4%，亩产 1145.9 斤，占居第二位。第三期略有缓苗，无返青期，无死苗，不缺穴，插后不受早春低温影响，插后 7 天调查，原有根系继续生长，有的叶令增加半片、亩产量 1185.3 斤，跃居所有处理第一位。从生育调查结果看，只要保住苗，闯过返青关，第一——第四播期均优于后几期，无论株高、茎粗、叶令、叶长、叶宽及分蘖数均随插期的提早而依次增加（如表五）。据此认为四月三十日为无土育秧小面积人工插植早限期，五月五日 of 安全插植适期。中晚熟品种可在五月十五日前插

完，早熟品种可在五月二十日前插完。另从无土秧与有土秧的对比中看出，无土秧根系短，根数多，根毛多。有土秧根长，根数少，特别是地上与地下部干鲜重的比值相差悬殊。如无土地上部为 1，地下部为 1.94 克，而有土秧仅为 1:1.26 克（如表六）。但必须提高整地质量，加强水层管理，达到寸水不露泥，做到低温深水护苗微露叶尖。正常条件下，水层保持植株高度的二分之一到三分之二，在低温阶段昼浅夜深。除草要锄早锄小。这样一般可比带土移栽早插 10~15 天。

## 五、结 语

两年来的试验可看出，由于播期的不同使营养生长期发生变化。产量与营养生长期，与活动积温均呈显著的正相关。我们认为，任何品种在一定条件下，都有一个最适生长期。最适生长期的延长或缩短，对产量都有不良影响。因此进一步通过不同年份，不同品种的播期试验，找出既能防御冷害又能保持品种的最适生长期的临界指标和幅度，从而达到既早熟又稳产、高产的目的，这是当前我省防御冷害的一项切实可行的措施。

为了增强水稻抗御冷害能力，充分利用我区有效积温，在保证平整土地，种子发芽率 80% 以上，播后水层不超过 2~2.5 寸，种子破皮露白时撤水至 1 寸左右，以及六月十四日前追完肥等条件下，合江地区的桦川，桦南、勃力等地可把中晚熟品种的播期提早到四月二十五日至五月十日结束是比较合适的。