

# 前历深水灌溉 对水稻障碍型冷害的防御效果

徐奎彻 姜妙男 金熙星 朴春会

(吉林省延边农科所,龙井 133400)

**摘要** 本文在冷害年通过田间栽培和冷水处理的冷害模拟试验,自然条件下验证佐竹等人曾在人工气候室实验证实的前历深水灌溉对水稻孕穗期耐冷性变动的的影响及其冷害防止的实际效果。

结果表明,前历深水在无冷害的一般年,可增产3%~5%,而冷害年幼穗形成期开始10cm深灌的前历深水比普通的5cm浅水增产13%~20%,而前历10cm深水同危险期20cm深水并用,就增产20%~30%,而且前历10cm深水的效果,比危险期20cm深水的效果还高。

**关键词** 水稻;障碍型冷害;耐冷性;前历深水;孕实指数

水稻障碍型冷害的防御,自从1941年酒井等人提倡深水灌溉以来,致今只注重冷害危险期(减数分裂期)深灌15或20cm的应急性护穗对策,而很少注意到危险期前的深水(前历深水)对水稻孕穗期耐冷性的影响。1983年日本的佐竹等人首次在人工气候室实验证实,水稻危险期前十多天的前历水温和深水能显著改变孕穗期水稻耐冷性的机理,并得出前历深水的效果高于已往危险期20cm深水的论点。但,这些成果因为是人工气候条件下得到的结果,直接应用于生产,感到缺乏实践的依据。自从1988年延边地区发生特大障碍型冷害以来,为了进一步明确在自然条件下前历深水灌溉的实际效果,延边农科所于1989~1993年,在本区条件下进行了前历深水灌溉的验证试验。经过1993年的特大冷害,这项研究取得了突破性的进展。以冷害的实际,验证了前历深水灌溉的冷害防御效果。

本文着重报道冷害年的试验结果。

## 1 材料和方法

### 1.1 大田试验

设浅水区、前历深水区、前历和危险期两深区等三个灌溉区。每区面积为500m<sup>2</sup>。三个区同样栽培早、中、晚四个品种(藤光、藤系140、珍富10、秋田32),以求更多的冷害机遇。5月28日用钵苗秧插秧。行株距为20×30cm。

灌溉方法:浅水区为全生育期浅灌3~5cm。前历深水区为本田初期3~5cm,幼穗形成期开始10cm深水,危险期仍不变。前历、危险两深区为前历期10cm,危险期20cm。

施肥总量:纯N136公斤/公顷。底肥60%,追肥分两次各20%(6/23、7/9)。

### 1.2 冷害模拟试验

用耐冷性弱的藤光品种,在大田里进行盆栽。在直径12cm×高9cm的梯形花盆里插植一次苗(3棵),分别放入三个大田灌溉区里,同大田一样栽培管理,按处理要求前历期和

危险期分别移入冷水槽里进行冷水处理。处理完了后再返回原地出穗开花,成熟后调查其产量和耐冷性差异。每处理3次重复,共设9个处理。其模拟处理如表1。

表1 1993年冷害模拟试验处理 (品种,藤光)

| 灌溉区 | 处理号 | 处理区分     | 前历期(7/12-22) |        | 危险期(7/22-27) |        |
|-----|-----|----------|--------------|--------|--------------|--------|
|     |     |          | 水温(°C)       | 水深(cm) | 水温(°C)       | 水深(cm) |
| 浅水区 | 1   | 浅水自然(对照) | 21           | 5      | 21           | 5      |
|     | 2   | 浅水 低-冷   | 19           | 10     | 15           | 20     |
|     | 3   | 浅水 自-冷   | 21           | 5      | 15           | 20     |
| 前历区 | 4   | 前历自然(对照) | 21           | 10     | 21           | 10     |
|     | 5   | 前历 自-冷   | 21           | 10     | 15           | 20     |
|     | 6   | 前历 低-防   | 19           | 10     | 18           | 20     |
| 两深区 | 7   | 两深自然(对照) | 21           | 10     | 21           | 20     |
|     | 8   | 两深 低-冷   | 19           | 10     | 15           | 20     |
|     | 9   | 两深 自-防   | 21           | 10     | 18           | 20     |

注:(1)表中自-冷,低-冷,自-防等为前历期和危险期的不同水温处理方法。

(2)冷水的温度用地下水和自然水来调控。

(3)处理时间为早8点一晚8点的昼12小时。前历期处理9天,危险期6天。

## 2 1993年冷害气象经过

图1是试验田的气象经过图,7月10日~22日的前历气温为平均气温19.3°C,比去年同期低3°C,7月22~30日的危险期平均气温为19.2°C,比去年低4.9°C,8月1~15日的出穗期平均气温为18.8°C,比去年低1.3°C。由于7,8月的长期低温,造成孕穗期障碍和开花期障碍的两重障碍,并推迟出穗,结果造成严重混合型冷害,全州水稻减产80%,本所农场减产5成。

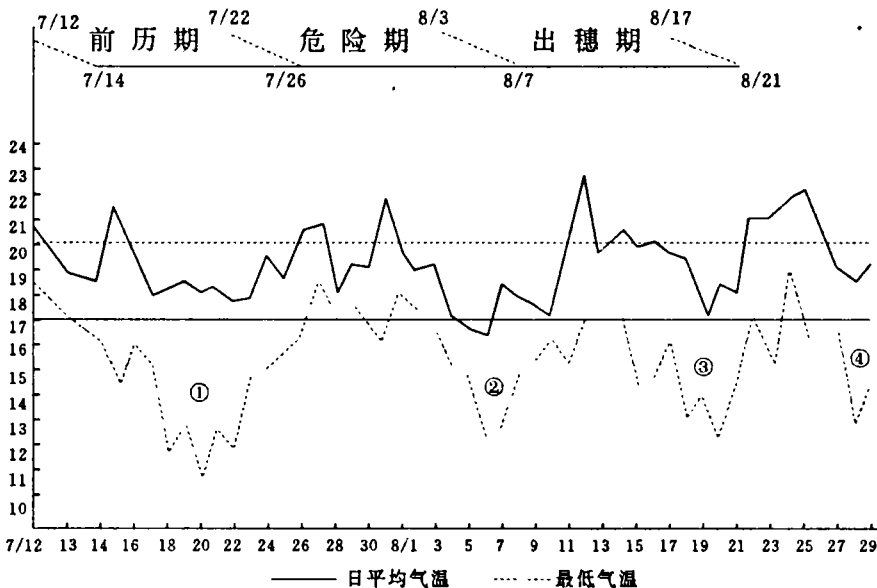


图1 1993年龙井市7, 8月气象经过

### 3 结果与分析

#### 3.1 前历深水的冷害防止效果

##### 3.1.1 大田试验结果

在特大冷害情况下,三个不同灌溉区的产量及差异如表2和图2。

表2 冷害条件下前历深水的增产效果

| 品种    | (1993,延农)               |                    |           |                         |                    |           |                         |                    |           |                         |                    |           |           |
|-------|-------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|--------------------|-----------|-----------|
|       | 前历浅水<br>5~5cm           |                    |           | 前历深水<br>10~10cm         |                    |           | 前历+危险深<br>10~20cm       |                    |           | 20cm<br>加深              |                    |           |           |
|       | 面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 单产<br>(kg/<br>10a) | 产比<br>(%) | 面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 单产<br>(kg/<br>10a) | 产比<br>(%) | 面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 单产<br>(kg/<br>10a) | 产比<br>(%) | 面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 单产<br>(kg/<br>10a) | 产比<br>(%) | 增产<br>(%) |
| 藤光    | 247                     | 499                | 100       | 154                     | 595                | 119.2     | 220                     | 647                | 129.7     | 10.5                    |                    |           |           |
| 藤系140 | 102                     | 587                | 100       | 90                      | 663                | 112.9     | 92                      | 701                | 119.4     | 6.5                     |                    |           |           |
| 珍富10  | 70                      | 545                | 100       | 65                      | 617                | 113.2     | 66                      | 665                | 122.0     | 8.8                     |                    |           |           |
| 秋田32  | 156                     | 568                | 100       | 131                     | 657                | 115.7     | 137                     | 686                | 120.8     | 5.1                     |                    |           |           |
| 平均    |                         | 538                | 100       |                         | 633                | 15.3      |                         | 675                | 123.0     | 7.7                     |                    |           |           |

注:水深5—5cm等为表示前历5cm—危险期5cm,……。

从表2和图2中可知,四个品种的前历10cm深水区比5cm浅水区显著增产,其幅度为13%~19.2%,平均15.3%。其中受害最重的藤光情况下,增产将近20%。在前历10cm基础上危险期再加深到20cm深水的两深区,就比浅水区增产19.3%~30%,平均23%。其中重灾的藤光情况下就增产30%。

但两深区比前历区只增产5.1%~10.5%,平均7.7%,这就是危险期加深20cm的单独效果,其增产幅度低于前历深水的幅度。以藤光品种为例,前历深水的单独效果为20%,而危险期20cm的单独效果则10%。

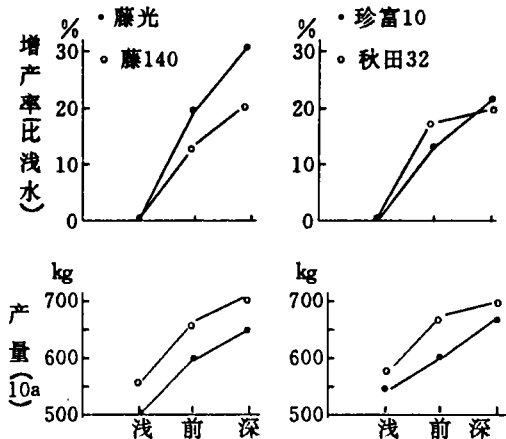


图2 前历深水及其危险期加深的冷害防止效果(1993,延农)

表3 盆栽试验产量结果

| 处理号 | 处理名   | 产量<br>(g/盆) | 产量指数<br>(%) |
|-----|-------|-------------|-------------|
| 1   | 浅水自然  | 16.6        | 100         |
| 4   | 前历自然  | 19.5        | 117.5       |
| 7   | 两深自然  | 21.1        | 127.1       |
| 3   | 浅水自-冷 | 5.2         | 31.3        |
| 5   | 前历自-冷 | 10.3        | 62.0        |
| 6   | 前历低-防 | 2.0         | 12.2        |
| 9   | 两深自-防 | 12.7        | 75.1        |
| 2   | 浅水低-冷 | 0.4         | 2.6         |
| 8   | 两深低-冷 | 0.5         | 3.0         |

注:表中产量为3次重复平均值。

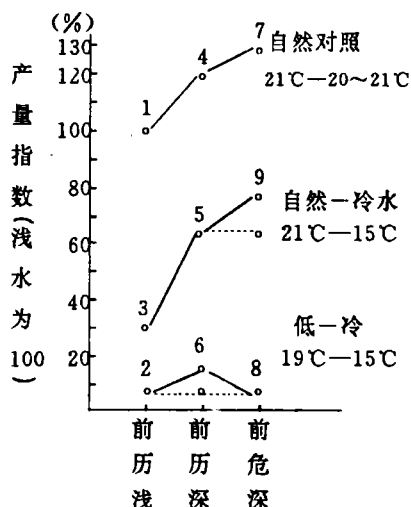


图3 前历深水的冷害防止效果

### 3.1.2 冷害模拟试验的结果

表3和图3是以浅水区为对照的产量指数比较。从三个自然处理的结果看,前历深水区比浅水区增产17.5%,两深区则增产27.1%,基本同大田的结果一致。

### 3.1.3 前历深水和危险期深水的单独效果及复合效果

从表3和图3的产量指数中,自一冷处理的5区同3区比较,两区都是前历自然,危险期冷水处理的,但前历比浅水增产31%。这就是前历深水的单独效果。前历自然10cm,危险期18℃深水防止的9区的产量指数为75.1%,其两深的复合效果为 $75.1 - 31.3 = 43.8\%$ 。两深效果中减去前历效果就是危险期深水的单独效果。即 $75.1 - 62.0 = 13.1\%$ 。尽管9区的水温比5区高3℃,但它的单独效果比前历深水低18%( $31 : 13.1$ )。其详细比较结果见表4。

表4 前历深水及危险期深水的单独效果和复合效果

| 项目                  | 处理  | 区 别 | 产量指数差(%)         |
|---------------------|-----|-----|------------------|
| (1) 前历深水单独效果        | 4-1 | 自然  | (117.5-100)17.5  |
|                     | 5-3 | 15℃ | (62.3-31.3)31.0  |
| (2) 前历深水和危险期深水的复合效果 | 7-1 | 自然  | (127.5-100)27.5  |
|                     | 9-3 | 15℃ | (75.1-31.3)43.8  |
| (3) 危险期深水单独效果       | 7-4 | 自然  | (127.1-117.5)9.6 |
|                     | 9-5 | 15℃ | (75.1-62.0)13.1  |
| (4) 前历水温效果          | 3-2 | 15℃ | (31.3-2.6)28.7   |
|                     | 9-6 | 15℃ | (75.1-12.2)62.9  |

### 3.1.4 前历低温的影响

从图3中可知,处理2,6,8都是前历期19℃低水温中经过9昼(相当于白天气温17℃)后危险期再遇15℃低温的被害情况。2和8区只有3%水平的产量,几乎颗粒无收。前历低温对危险期冷害的影响极大。6区和9区都是同样18℃保护,但前历低温的6区明显差。从而可知,水温的作用远远超过水渠的作用。

### 3.2 前历深水对孕穗期耐冷性的影响

图4表示了不同处理的孕实率状况。前历水深、水温的不同和孕穗期冷水处理与否等组合之间,有明显的变化。由于是冷害年,自然对照的孕实率也因前历水深不同,有明显的差异。

水稻孕穗期的耐冷性,可以用自然孕实率和孕穗期冷水处理孕实率的百分比,即孕实指数来表示之。根据佐竹等公式,孕实指数可用如表5

的下式求得。不同灌溉前历的耐冷性差异及其孕实指数如表5和图5。

在表5和图5中以3区和5区为例,在同样前历水温和危险期冷水处理条件下,由于前历水深不同,孕实率就发生了显著的变化。其孕实指数相差24.6%,也就是由于前历深水,耐冷性提高了24.6%。9区和5区同样是前历深水,但9区由于危险期18℃深水保护,孕实

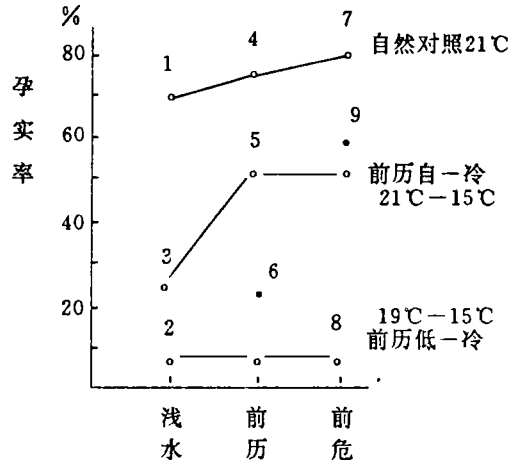


图4 前历水温对孕实率的影响(1993,延农)

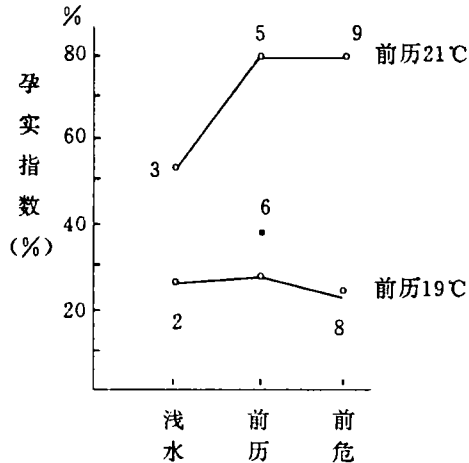


图5 前历水温与耐冷性变化(1993,延农)

指数比5区有所增加,但不多。说明耐冷性的差异主要还是来自前历期。

表5 不同灌溉前历的耐冷性差异 (1993,延农)

| 前历处理区号 | 孕实率(%) |      |      | 指数差   |
|--------|--------|------|------|-------|
|        | 自然     | 冷水   | 孕实指数 |       |
| 前历浅 3  | 68.3   | 22.0 | 54.3 |       |
| 前历深 5  | 76.4   | 51.5 | 78.9 | +24.6 |
| 前危深 9  | 80.0   | 56.5 | 80.5 | +26.2 |

$$\text{孕实指数} = \frac{\arcsin \sqrt{\text{冷水处理孕实}\%}}{\arcsin \sqrt{\text{自然对照孕实}\%}} \times 100$$

再从图5中进一步看到,前历水温对耐冷性的极大影响。前历水温19℃的2区和8区,同前历水温21℃的3区和5区比较,其耐冷性相差27.5%~40%。根据佐竹等研究,前历水温在25℃为止,水温越高耐冷性就越强,从而可知提高前历水温,是提高水稻耐冷性的重要条件。

## 4 小结

4.1 减产5成左右的冷害年条件下,前历10cm深水灌溉有明显的冷害防御效果。比5cm浅水增产13%~20%,前历10cm深水同危险期20cm深灌并用,可增产20%~30%。

4.2 前历深水同已往的危险期深水比较,前历10cm深水的效果(15.3%),比危险期20cm的效果(7.7%)还高。前历和危险期两深的复合效果,大体等于两个深水单独效果之和(23%)。

4.3 受害较重的情况下,前历深水比浅水减轻空壳率21.2%,而两深区则减轻33.3%。

4.4 通过孕穗期冷水处理方法测定耐冷性结果,前历深水比浅水耐冷性提高了24.6%,同空壳率相吻合。

4.5 前历水温对耐冷性起的作用比水深的作用还大。

综上所述,认为以提高耐冷性的前历深水灌溉,同危险期深灌护穗一样,是防御水稻障碍型冷害的重要途径。

## 参 考 文 献

- 1 佐竹彻夫等. イネ穂孕期耐冷性的前历水温による变动. 北海道农试报告. 1984
- 2 佐竹彻夫等. 冷害防止に対する前历深水と危険期深水の单独效果及复合效果. 北海道农试87年报告. 1987
- 3 徐奎彻等. 水稻障碍型冷害的前历深水效果. 延边农学院学报. 1993,3

# EFFCT OF DEEP WATER IRRIGATION ON STERILE-TYPE COLD INJURY OF RLCE PLANT

Xu Kuiche et al.

(Yanbian Institute of Agricultural Sciences)

## ABSTRACT

The effects of different irrigation patterns at panicle formation stage on yield in rice were studied. It showed that the irrigation with 10cm of water at panicle formation stage increased yield by 3%~5% and 13%~20% than with 5cm of water in normal year and in cold year, respectively. But the irrigation with 10cm of water +20cm of water made a yield increase of 20%~30%. The efficiency of 10cm irrigation was better than that of 20cm.

**Key words:** Rice, Sterile-type cold injury, Cold tolerance, Precritical deep water, Fertility index.