

水稻의 幼苗期 冷害에 관한 研究

II. 主要 新品種들의 第 3 葉期 耐冷限界

權容雄¹ · 金柱憲¹ · 吳潤鎮² · 李文熙²

서울대학교 農科大學¹ · 作物試驗場²

Studies on the Chilling Injury of Rice Seedlings

II. Maximum Tolerance of the Recent Varieties from *Indica* × *Japonica* Cross to Chilling Stress at the 3rd Leaf-stage.

Kwon, Y. W.¹, J. H. Kim¹, Y. J. Oh² and M. H. Lee²

College of Agriculture, Seoul National University¹, &
Crop Experiment Station², Suweon, Korea

ABSTRACT

Comparative tolerance of the new rice varieties from *Indica* × *Japonica* cross to elastic and plastic chilling injuries was examined at the 3rd leaf stage, the most sensitive stage to chilling during nursery, using a chilling chamber set 11°C, 13hrs. 20K lux day/5°C night. Seedlings were reared until 35 days after seeding in a 26°C, 13hrs. day/18°C night chamber except the period of chilling treatment for 0, 3, 4, 6, 8 or 10 days. The new varieties were approximately twice susceptible to elastic injuries, and thrice susceptible to plastic injuries than the *Japonica* varieties in the term of chilling duration. Among the variables indicating apparant chilling injuries the reduction in dry matter responded most sensitively and differentiated well the varietal difference in chilling resistance even with shorter chilling period. Sequential aspects of the cause and effect relations involved in the development of the apparant chilling injuries are discussed and a schematic diagram is presented as Fig. 5 in the text.

緒 言

水稻 育種 및 栽培上 우리나라에서 當面하고 있는

低溫障害問題 解決을 위한 一聯의 體系의 研究를 試圖하고 있는 筆者들은 幼苗期 冷害에 관한 研究의 第 1 報²⁾에서 品種 振興, 鐵原 1 號, 統一, 維新을 材料로 苗令 1, 2, 3, 4, 5 葉期에 苗袋期에 實際로 遭遇하기 쉬운 低溫範圍인 晝間 11°C, 夜間 6°C의 低溫處理를 2, 4, 6 또는 8 日間 實施한 結果 幼苗生存率 및 苗袋末期 乾物重으로 보아 供試品種 모두 幼苗의 離乳期에 해당하는 第 3 葉期에 耐冷性이 제일 弱함을 報告하였다. 새로운 作物을 導入栽培하거나 新品種을 普及하는 過程에서는 獎勵地域 및 播種期의 決定, 그리고 合理的인 栽培管理를 위하여 新作物 또는 新品種의 溫度 및 日長 反應特性의 資料가 必須의임에도 不拘하고 最近의 *Indica* × *Japonica* 遠緣 交雜 新品種들의 育成普及過程에서는 新品種들의 耐冷性 限界가 分明히 밝혀지지 않았음을 아쉽게 생각하여 本報에서는 遠緣交雜에 의한 主要 新品種 7 個를 *Japonica* 品種 3 個와 對比하여 耐冷性이 제일 弱한 第 3 葉期の 耐冷限界를 밝히고, 여러 品種들의 冷害發現 特性을 比較檢討하여 耐冷性 品種 選拔方法의 改善에도 도움을 주고자 試圖하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1976 年度에 農村振興廳 人工氣象象에서 遂行되었고 供試品種은 *Indica* × *Japonica* 交雜에 의해 育成된 新品種들 統一, 維新, 旱生統一, 水原 251 號, 水原 258 號, 密陽 21 號, 密陽 23 號와 *Japonica* 品種들 振興, 鐵原 1 號, 密陽 15 號이었다. 晝間 26°C (13 時

間) / 夜間 18°C의 精密硝子室에서 催芽種子를 直徑 20 cm, 높이 7 cm의 円形 plastic pot에 品種當 50 粒씩 2 品種 播種하여 第2葉期末까지 生長시킨 후 第3葉期(第3本葉이 完全히 展開되고 第4本葉이 약간 抽出한 時期)에 晝間 11°C(13時間, 20,000 lux) / 夜間 5°C의 人工照明室에 옮기어 低溫處理期間을 0, 3, 4, 6, 8日 또는 10日間으로 달리한 후 26/18°C의 精密硝子室에서 冷害를 發現시키면서 播種後 35日까지 生育시켰다. plastic pot에는 높이 5 cm까지 흙을 채웠으며 基肥는 窒素 50ppm, 磷酸 10ppm, 加里 50ppm이 되도록 尿素, 重過石 및 鹽加로 施用하고 追肥는 播種後 12日에 窒素 20ppm을 尿素로 施用하였으며 試驗pot들의 配置는 10品種×6 低溫處理期間의 要因試驗區로써 3反覆하였으며, 生育 또는 處理期間中 位置效果를 最少化하기 위하여 pot들의 位置를 4日에 1回씩 바꾸어 주었다.

試驗調査로써는 各各의 處理完了日의 幼苗生存率과 葉位別 葉身變色枯死率을 調査하고 冷害에 의한

幼苗의 枯死 및 葉身變色現象의 進前이 終了된 處理完了日로부터 3日後에 幼苗生存率과 葉位別 葉身變色枯死率을 調査하였으며, 播種後 35日에는 生存幼苗들의 草長과 乾物重을 測定하였다. 試驗成績들은 모두 平均을 算出한 후 低溫處理를 하지 않았던 苗들에 對한 百分率로써 整理하였고 葉身變色率의 評價方法은 第1報²⁾에서와 같았다.

試驗結果

1. 低溫處理期間과 苗生存率

그림 1은 晝夜間 26/18°C에서 生長한 第3葉期 幼苗들을 晝夜間 11/5°C 條件에서 3~10日間 處理하였을 때 處理 終了日에 調査한 幼苗生存率과 低溫處理 終了後 晝夜間 26/18°C 條件에서 冷害로 인한 葉身變色 및 個體枯死現象의 進行이 完了되었을 때의 幼苗生存率을 나타낸다.

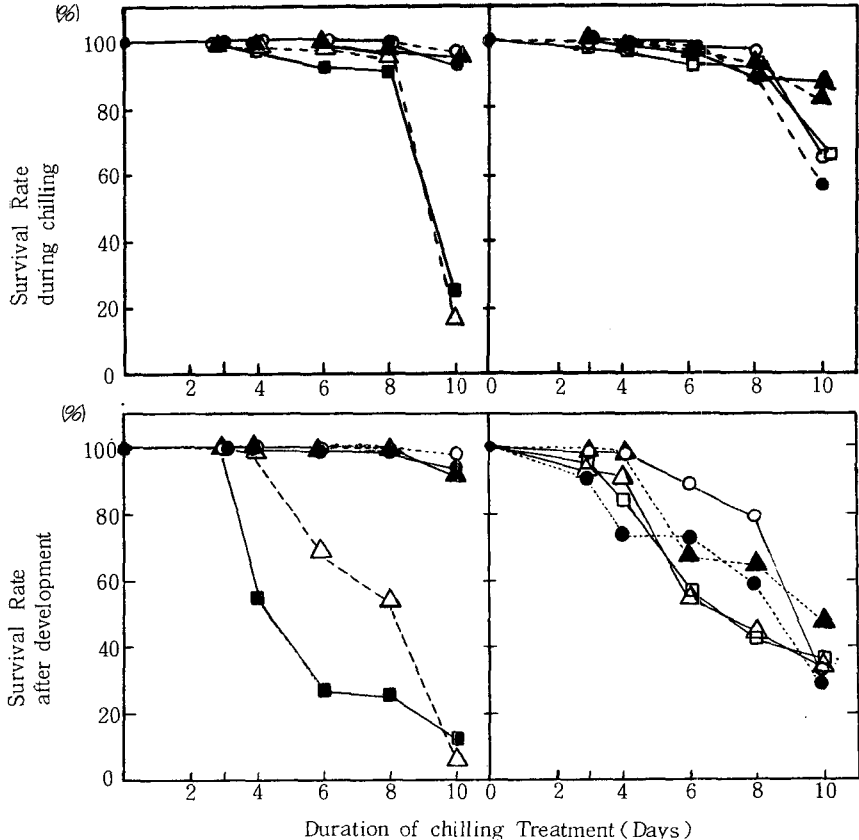


Fig. 1. Survival rate of rice seedlings of the 3rd leaf-stage during chilling and after development of chilling injury. Chilling was done under the condition of 11°C, 13hrs. - 20K lux day and 5°C night and chilling injury was developed in a 26°C / 18°C day / night chamber.

Test varieties are denoted as follow in the all figures of the present report ;

Japonica vars.

1. ●—● Jinheung

2. ○—○ Chulwon # 1

3. ▲—▲ Milyang # 15

Vars. from Indica × Japonica

4. △—△ Tongil

5. ■—■ Yushin

6. ▲—▲ Josaengtongil

7. ○—○ Suwon # 251

8. ●—● Suwon # 258

9. □—□ Milyang # 21

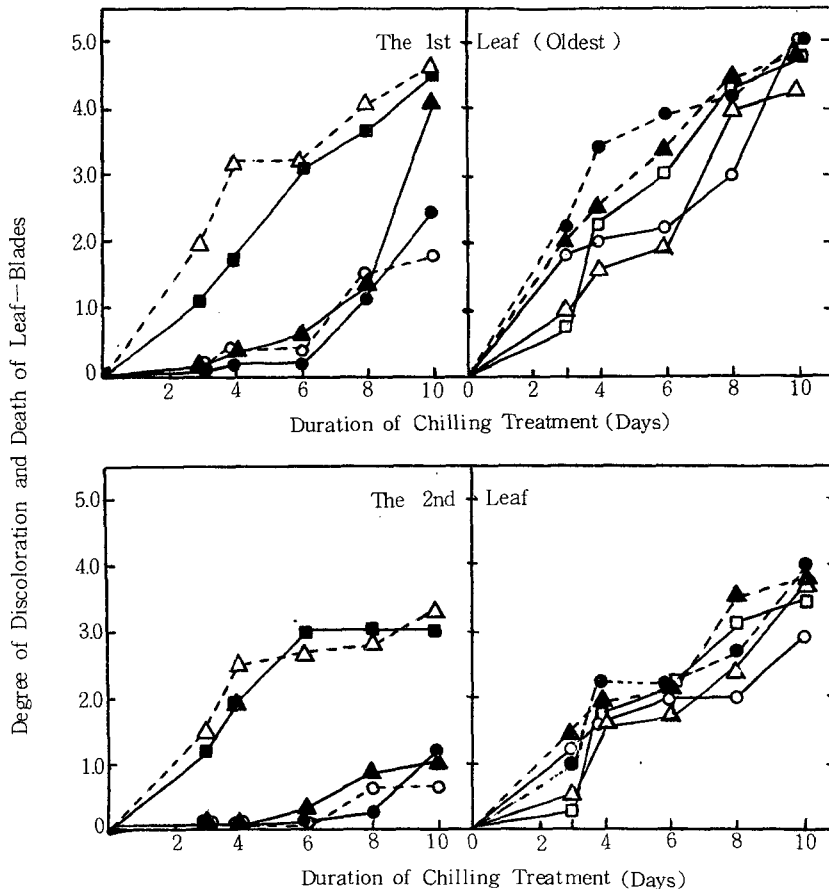
10. △—△ Milyang # 23

低溫處理에 의한 冷害의 高溫條件下 發現은 處理 終了後 經時的으로 毎日 觀察調査한 結果 高溫條件에서 3日以内に 實質的으로 完了되었으며 李·閔·李·崔(1977)³⁾도 같은 結果를 얻었다. 晝夜間 11°/5°C의 低溫強度下에서 低溫期間을 延長할 경우 Indica×Japonica 新品種들은 低溫期間이 10日以上이 되면 低溫下에서도 個體枯死率이 急增하기 始作하고 品種間の 耐冷性差異가 뚜렷이 分化되며 그러한 品種들의 耐冷性은 低溫處理期間을 4日~8日間으로 짧게 하고 高溫條件下에서 冷害發現을 完了시킨 경우의 品種間 耐冷性과 $r=0.724^{**}$ 의 높은 相關關係

가 있었다. Japonica 品種들은 低溫處理期間이 10日間으로 長期化하였어도 處理 終了後 및 發現完了後 모두 個體枯死現象을 거의 보이지 않았다. Japonica 品種들의 耐冷性差異를 個體枯死率面에서 分化시키려면 低溫處理強度가 더 세거나 處理期間이 더 길어야 할 것이다.

2. 低溫處理期間과 葉身變色枯死率

그림 2와 그림 3은 低溫處理 終了後 3日間 高溫條件下에서 冷害를 發現시켰을 경우 葉位別로 變色~枯死한 葉面積比率을 達觀調査에 의한 評點으로 나타낸 成績이다.



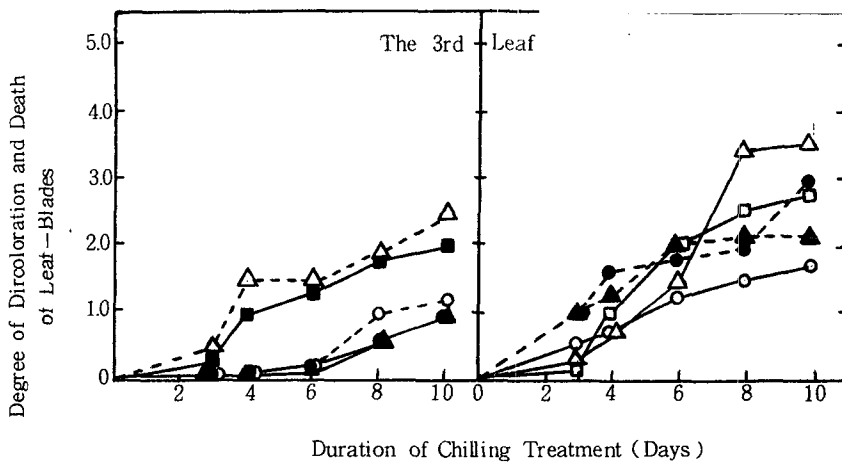
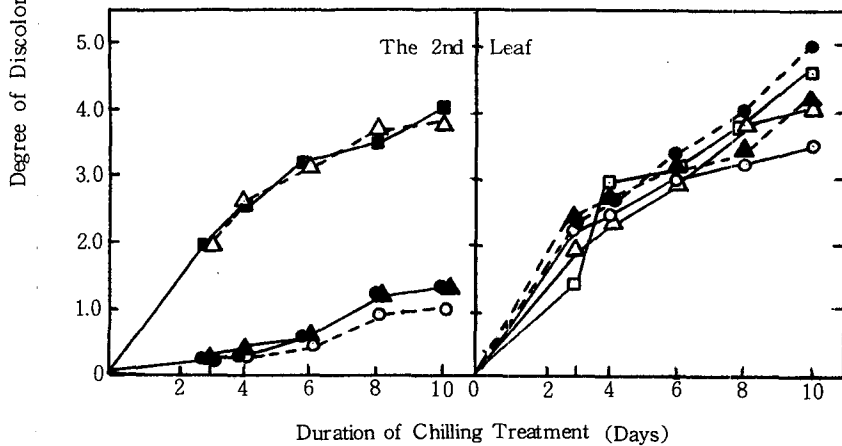
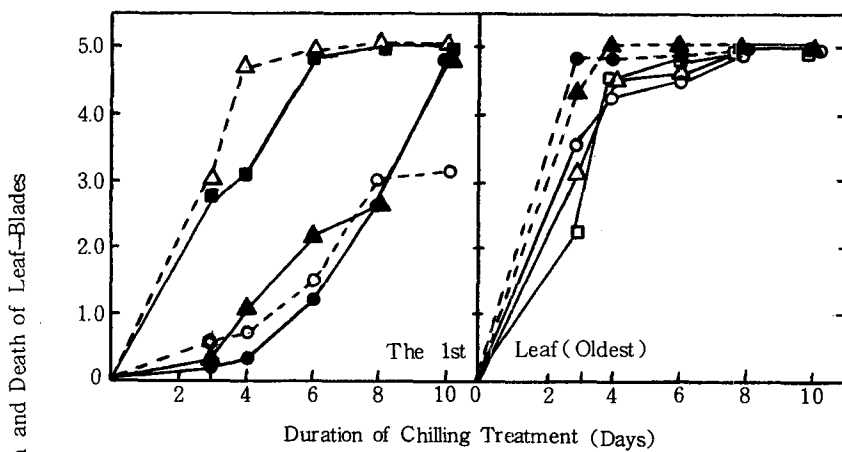


Fig. 2. Discoloration and death of leaf blades of rice seedlings of the 3rd leaf-stage during chilling under the condition of 11°C, 13hrs. 20K lux day and 5°C night



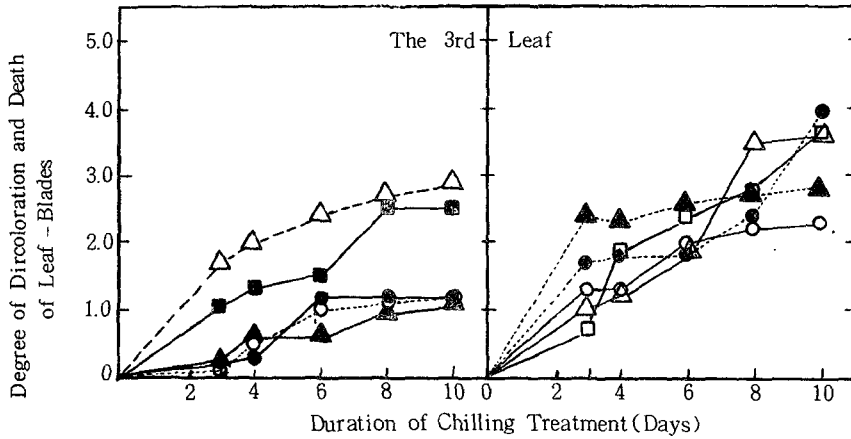


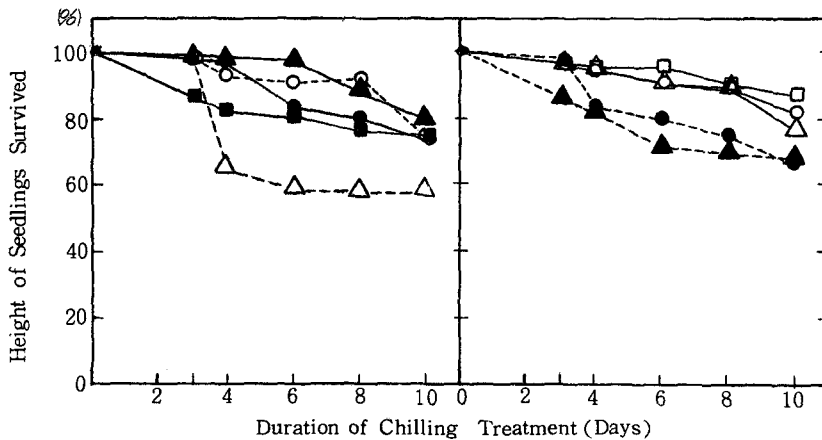
Fig. 3. Discoloration and death of leaf blades of rice seedlings of the 3rd leaf-stage on the completion of injury development in a daytime 26 °C/night 18°C chamber after chilling in a daytime 11°C, 13hrs. 20 K lux/night 5 °C chamber.

低温處理期間이 길어질수록 葉身の 變色枯死程度는 品種에 따라 程度의 差異는 있지만 거의 直線的으로 增加하였는데 第1~3葉의 變色評點合計(Y)는 低温處理期間(x)과 低温處理終了日에는 Indica×Japonica 品種들의 경우 $r = 0.957^{**}$ 및 $Y = 1.075x + 0.291$, Japonica 品種들의 경우 $r = 0.857^{**}$ 및 $Y = 0.476x - 1.048$ 의 關係가 있었고 發現完了 後에는 I×J 品種들의 경우 $r = 0.911^{**}$ 및 $Y = 1.152x + 2.211$, Japonica 品種들의 경우 $r = 0.961^{**}$ 및 $Y = 0.698x - 0.799$ 의 關係가 있었다. 葉身の 變色枯死는 第1報²⁾에서 報告한 바와 같이 老葉일수록 심하였고 耐冷性이 큰 Japonica 品種들도 低温處理期間이 6日 以上이 되면 個體 枯死現象은 일어나지 않았어도 葉身先端의 枯死 및 葉身の 局小白化現象이 뚜렷이 增加하기 시작하였다. 그리고, Japonica 品種과 Indica×Japonica 新品種들을 통틀어 葉身變色枯死程

度와 幼苗個體枯死率과의 關係를 살펴보면 處理終了日의 葉身變色率과 冷害發現完了 後의 幼苗生存率과는 第1葉 $r = -0.794^{**}$, 第2葉 $r = -0.837^{**}$, 第3葉 $r = -0.804^{**}$ 의 高度의 相關關係가 있었고, 그것은 發現完了 後의 葉身變色率과 發現完了 後의 幼苗生存率과의 相關關係 第1葉 $r = -0.616^{**}$, 第2葉 $r = -0.811^{**}$, 第3葉 $r = -0.751^{**}$ 보다도 더 密接한 關係이었으며, 대체로 보아 第2葉 및 第3葉이 面積의 40%以上 變色~枯死할 程度로 冷害를 받은 幼苗는 生存하지 못하고 枯死한 것은 注目할만하다.

3. 低温處理後 苗의 生長

그림 4는 低温處理 後 生存幼苗들을 계속 晝夜間 26/18°C 條件에서 生育시키고 播種 後 35日에 草長과 乾物重(地上部)을 調査하여 無處理區苗의 草長과 乾物重의 百分率로 나타낸 成績이다. 低温處理에



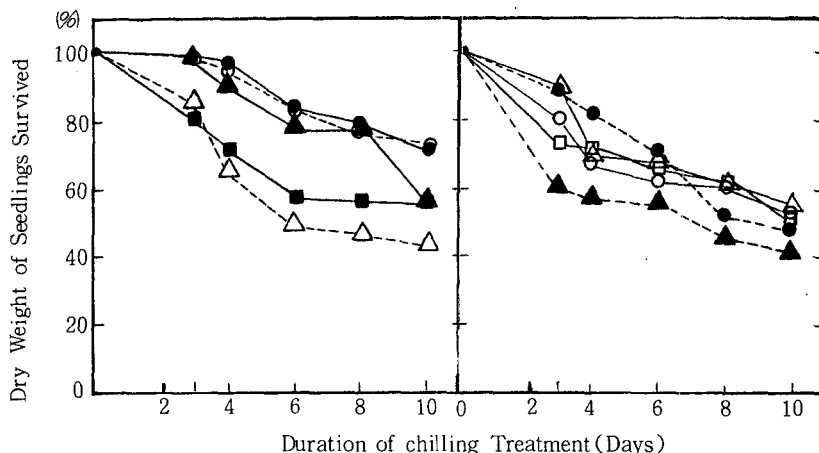


Fig. 4. Plant height and dry weight of 35 days old seedlings, survived after chilling in a 11°C 13hrs. 20 K lux day 5°C night chamber at the 3rd leaf-stage as compared to those of the untreated.

의한 草長의 減少, 즉 幼苗의 矮性化는 統一이 제일 심하였고 다음으로 維新, 早生統(振興) 나머지 品種들의 順이었으며 低溫處理期間(x)과 矮性化(Y)의 關係는 中·短稈種에 속하는 Indica×Japonica 品種의 경우 $Y = -2.661x + 99.556$ ($r = 0.689^{**}$), 長稈種인 Japonica 品種들의 경우 $Y = -2.390x + 103.689$ ($r = 0.885^{**}$)로써 有意的 이었지만 冷害發現 終了日의 葉身變色率 및 幼苗生存率과 矮性化와는 各各 $r = -0.573^{**}$ 및 $r = 0.529^{**}$ 의 相關關係로써 低溫處理期間과 葉身變色率, 幼苗生存率, 또는 乾物重과의 相關關係, 또는 葉身變色率과 生存率 및 乾物重과의 相關關係보다는 相關性이 작았으며, 第1報²⁾에서 考察한 바와 같이 矮性化는 主要한 冷害徵狀의 하나이기 는 하지만 그 反應特性이 耐冷性 指標形質로 利用하기에는 未洽할 것으로 생각된다. 그리고 35日苗의 地上部 乾物重(Y)은 供試品種 모두 低溫處理間(x)에 比例하여 直線的으로 減少하였는데 그 關係는 Indica×Japonica 品種들은 $Y = -4.914x + 95.016$, ($r = 0.907^{**}$), Japonica 品種들은 $Y = -3.413x + 104.524$, ($r = 0.924^{**}$), 供試品種

10個 全體로서는 $Y = -4.464x + 97.868$, ($r = 0.809^{**}$)이었다. 注目할만한 것은 耐冷性이 큰 Japonica 品種들의 경우 個體生存率은 低溫期間이 10日이 되어도 耐冷性의 品種間差를 分化시키지 못하였고, 低溫處理期間 4日까지는 葉身의 變色枯死現象差도 그리 뚜렷이 나타나지 않았음에 反하여 乾物重減少는 處理期間 4日으로써도 差異가 나타난 것이다.

考 察

1. 新品種들의 耐冷性 比較

幼苗期の 冷害를 育苗의 目標인 健苗의 確保와 關聯시키면 제일 重要한 것은 成苗率, 즉 冷害發現 後의 苗生存率이고 다음으로 苗의 素質인바 苗의 素質 중 제일 重要한 것은 苗의 乾物重이라고 할 것이다. 苗生存率과 苗乾物重은 또한 品種間 耐冷性 差異를 銳敏하게 分化시켰으므로 다음의 第1表에 供試品種들의 低溫處理期間에 따른 苗生存率(%)과 乾物重率(%)의 積算值(‰)를 整理하였다.

Table 1. Dry matter ratio(%)×Survival rate(%) Scores of the Chilled Seedlings by Chilling Duration. Grown in a 26°/18°C day/night chamber except chilling in a 11°/5°C day/night chamber.

Duration of chilling	Variety									
	Jinheung	Chulwon # 1	Milyang # 15	Tongil	Yushin	Josaeng-tongil	Suwon # 251	Suwon # 258	Milyang # 21	Milyang # 23
3 days	9860	9780	9820	8600	8130	6150	7899	7937	7187	8219
4	9702	9480	9040	6415	3893	5664	6586	6032	6005	6310
6	8292	8340	7960	3375	1568	3783	5534	5205	3765	3704
8	7889	7720	7746	2510	1461	3033	4835	3147	2606	2698
10	6824	7120	5287	230	718	2000	1844	1263	1923	1970

品種別 耐冷性を比較하면 苗生存率 90%×生存苗의 乾物重率 90%= 81%가 되는 晝夜 11°C/5°C 條件에서의 耐冷限界는 Japonica品種들의 경우 6日間 程度이었으나 Indica×Japonica 新品種은 早生統一을 除外하면 3日間 程度으로써 Japonica 品種들보다 耐冷性이 切半程度밖에 되지 않았고 早生統一의 耐冷限界는 2日間 程度이었다. 그리고 低溫期間이 延長될 경우 積算値는 Japonica 品種들은 아주 完滿하게 減少하였고, 新品種들도 維新을 除外한 나머지 品種들은 비교적 完滿히 減少하였다. 新品種들의 耐冷性은 耐冷性問題를 動要한 課題로 認識한 以後에 普及

된 品種들의 경우에도 實質的인 進前이 아직껏 없는 것으로 나타났으며 따라서 이제까지 보다는 더욱 體系的인 檢討 및 試圖가 必要할 것으로 생각된다.

2. 新品種들의 播種期와 冷害

第2表는 獎勵地域別로 新品種들의 冷害와 관련한 安全播種期 決定 및 育苗管理 改善의 基礎資料로 活用하기 편리하도록 苗生存率에는 支障이 없지만 乾物重率이 90%로 減少되는 耐冷限界期間, 그리고 苗生存率이 90%로 減少되는 耐冷限界期間과 그 期間까지 低溫條件을 遭遇할 경우 予想되는 苗乾物重率을 그림 1 과 4로부터 推定하여 整理한 것이다.

Table 2. Maximum Period(in days) of Chilling Shown Dry Matter and Survival Rate Above 90% Those of the Unchilled Seedlings.

Variety Item	Jinheung # 1	Chulwon # 15	Milyang # 15	Tongil	Yushin	Josaeng-torgil	Suwon # 251	Suwon # 258	Milyang # 21	Milyang # 23
Dry matter above 90%	5.2	4.8	4.0	2.0	1.6	0.8	1.5	2.4	1.2	2.8
Survival above 90%	>10	>10	>10	3.5	3.2	4.5	5.6	3.0	3.5	4.0
Dry matter at 90%	88%	90%	90%	75%	81%	57%	63%	88%	72%	69%
Survival										

表에서 보면 苗令 第3葉期에 日平均氣溫이 8°C 程度(晝夜 11°C/5°C)로 계속된다면 新品種들은 대체로 1.5日間の 低溫으로 乾物重의 뚜렷한 減少를 招來하고, 3~4日間の 低溫은 成苗率을 90%, 苗乾物重이 80%程度가 되는 冷害를 받게 된다고 할 것이다. Japonica 品種들도 低溫期間이 4~5일이 넘으면 乾物重率이 뚜렷히 減少되고 不良苗가 될 것이다. 한편 苗壟期의 溫度條件을 水原地方을 例로 살펴보면 第1報²⁾에 提示한 바와 같이 위와 같은 溫度範圍는 保温苗壟라고 할지라도 播種期를 4月 20日頃보다 앞당기면 遭遇할 確率이 크고 冷害의 危險性이 높다고 할 것이다.

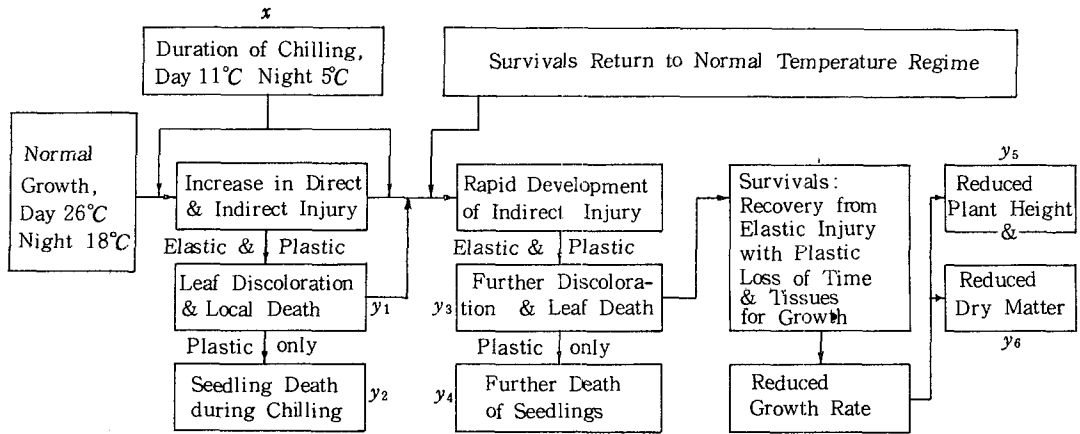
한편 第2表에서 品種 早生統一과 水原 251號는 다른 新品種들에 비하여 90%生存率을 보이는 耐冷限界期間은 현저히 길었던 反面에 90%生存率의 耐冷限界期의 苗乾物率은 현저히 작았고 또한 苗乾物率이 90%인 耐冷限界期間이 현저히 짧았음은 注目할 만 하며, 다른 新品種들에 비하여 低溫下에서도 呼吸을 많이 하여 不足한 代謝에너지를 많이 供給하므로써 乾物重의 減少는 크지만 有毒物質의 蓄積抑制을 통한 生存率의 向上을 圖謀하는 特性일지도 모른다. 그리고 呼吸에 의한 乾物消耗가 계속될 수 있음은 Lyons(1973)⁷⁾가 提示한 mitochondrial membranes 이 變性破壞되는 정도가 덜했음을 示唆하는 것

으로 생각된다.

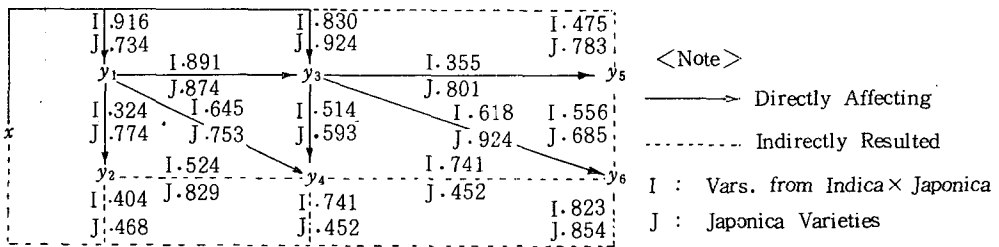
3. 冷害徵狀들의 發現過程

外見上 觀察되는 冷害徵狀의 發現過程에 있어서 그 相互關係를 考察하고자 低溫下에서의 葉身變色枯死率(y_1), 苗生存率(y_2), 高溫條件으로 還置 後의 葉身變色枯死率(y_3), 苗生存率(y_4), 冷害苗의 播種 35日 後의 草長(y_5), 苗乾物重(y_6)들간의 相關性(r^2)과 低溫處理期間(x)과 이들 項目들 ($y_1 \sim y_6$)과의 相關性(r^2)을 計算한 후 冷害徵狀의 發現 順序를 고려하여 그림 5와 같이 相互關係의 模式圖를 作成하였다.

一般的으로 作物의 冷害發現 및 恢復樣態는 冷害誘發條件, 品種 및 生育期別로 다르고 冷害評價에 있어서 定量的으로 取扱하기 어려운 樣狀이 있어 研究者들을 當惑하게 하는 경우가 많다(Levitt 1972⁶⁾, Lyons 1973⁷⁾, Kaneda 1972¹⁾), 李·趙·林·許(1974)⁴⁾는 Japonica 品種들을 主材料로 하여 幼苗期, 減數分裂期 및 出穗期의 品種別 耐冷性과 生育期別 耐冷性의 相互關係 研究結果 幼苗期 冷害의 達觀調查와 草長, 葉數, 乾物重 各各은 相互間에 有意的 相關性이 없다고 하였고, Kaneda(1972)¹⁾는 葉身變色과 矮性化는 서로 獨立的인 遺傳因子들에 의하여 支配되고 葉身變色率 決定要因은 單純한 冷



(A) Elastic and Plastic Responses Involved in a Sequential Development of the Apparent Chilling Injuries.



(B) Diagram of a Probable Cause - Effect Relationships and r^2 Values.

Fig. 5. Schematic Expression of Cause and Effect Relations in a Sequential Development of the Apparent Chilling Injuries.

害抵抗性은 아닐 것이라고 하였다. 그러나 本研究에서는 다른 研究들의 條件과는 달리 冷害誘發強度를 順次的으로 增加시키면서 여러品種들의 反應을 그 發現過程面에서 經時的으로 追求한 結果 處理強度와 調查項目들 間은 물론, 調查項目들 相互間에도 모두 高度의 有意的 相關性이 認定되었으며, 處理強度(x)와 葉身變色率(y_1 또는 y_3)의 相關性은 苗生存率(y_2 또는 y_4)과의 相關性보다 현저히 크고, 處理終了時의 葉身變色率(y_1)이 發現完了時의 葉身變色率(y_3)보다 發現完了時의 苗生存率(y_4)과 相關性이 높았으며, 發現完了時의 葉身變色率이 35日苗의 乾物重(y_6)과 높은 相關性을 보였음은 冷害發現過程으로써 個體枯死는 葉身變色枯死가 一定限界(本研究에서는 葉身面積의 40%程度)까지 進前되어야 發生하는 現象이고, 冷害發現後 生存苗의 生長에는 正常葉面積의 確保가 제일 重要한 要因임을 잘 나타내주는 當然한 結果로 생각된다. 冷害의 發生過程面에서 光合性이 呼吸量보다 적은 溫度範圍에서는

原形質膜의 變性 및 破壞 등에 의한 組織의 壞死, 또는 個體壞死를 일으키지 않는 溫度일지라도 饑餓現象에 따른 葉綠素의 崩壞 및 葉身黃化枯死가 誘發될 수 있으며, 이러한 溫度期間이 짧으면 一時 停滯되었던 生長이 正常化되나(Elastic injury), 長期化되면 葉組織 및 其他組織의 壞死가 發生하고 個體枯死까지 招來된다(Plastic injury).

一般的으로 光合成系의 低溫에 대한 安定性 및 溫度條件과 光合成速度反應은 極히 重要한데 李·雨宮·田中(1975)⁵⁾는 29~30°C에서 生長한 6~8葉期의 幼苗를 5°C에서 20時間 處理한 後 29~30°C에서의 光合成能力 回復程度를 比較한 結果 $Peta < 低脚烏尖 \leq IR8 \leq T(N)1 \leq 統一 \leq Yukara$ 의 順으로 回復率이 높았음을 報告하였다. 冷害와 光合成과의 關係를 고려할 때 一部組織의 壞死와 같은 非可逆的 被害(Plastic injury)는 물론 光合成의 一時的 低下와 같은 可逆的 障害(Elastic injury)는 모두 個體의 生長速度에 影響을 주고, 그 結果 低溫條件 以後의

乾物重에 反映된 것이다. 低溫處理期間과 苗乾物重은 Indica × Japonica 品種들에서 $r^2 = 0.823$, Japonica 品種들에서 $r^2 = 0.854$ 의 높은 相關性을 보였으며, 또는 葉身變色率이나 苗生存率에 있어서 冷害가 뚜렷하지 않고 耐冷性差異分化가 뚜렷하지 않은 低溫條件에서도 乾物重은 뚜렷한 分化를 보였음은 耐冷性 評價에 있어서 乾物重反應 評價의 重要性을 立證하는 것이며, 이제까지 葉身變色評點, 生存率 또는 矮性化 評價에만 依存하였던 冷害評價는 改善되어야 할 것으로 생각한다. 그리고 耐冷性을 다룰때 可逆的 障害와 非可逆的 障害는 한 個體內에서도 組織에 따라 同時에, 그리고 複合的으로 發生하게 되므로 實際로 그를 區分하는 것이 어렵다. 따라서 筆者들은 乾物重이 90%까지 減少되는 限界를 可逆的 耐冷限界(Maximum Tolerance to Elastic Injury), 그리고 苗生存率이 90%까지 減少되는 限界를 非可逆的 耐冷限界(Maximum Tolerance to Plastic Injury)로 取扱하는 것이 實用的일 것으로 提意한다.

摘 要

Indica × Japonica 交雜에 의해 育成된 水稻新品種들의 幼苗期 耐冷限界와 冷害發現特性을 Japonica 品種들과 比較 考察하고자 10個 品種을 幼苗期 耐冷性이 제일 弱한 第3葉期에 晝間 11°C / 夜間 5°C 의 低溫條件에 0, 3, 4, 6, 8, 10日 處理한 結果는 다음과 같다.

1. 低溫處理 前後에 晝夜 26°C / 18°C에서 生長한 播種 後 35日 苗의 乾物重이 無處理 苗의 90% 以上이 되는 最長低溫處理期間은 新品種들의 경우 0.8 ~ 2.8日 間으로써 특히 早生統一이 짧고 密陽 23號가 길었으며, Japonica 品種들의 경우 4.0 ~ 5.2日 間으로써 新品種들보다 可逆的 耐冷限界期間이 倍程度 길었다.

2. 低溫處理에 따른 冷害發現 終了後 苗生存率이 90% 以上이 되는 最長低溫處理期間은 新品種들의 경우 3.0 ~ 5.6日 間으로써 水原 258號가 제일 짧고 水原 251號가 제일 길었으며, Japonica 品種들은 供試品種 모두 10日 間 이상으로 新品種들보다 非可逆的 耐冷限界期間이 2 ~ 3倍 이상 길었다.

3. 低溫處理中 葉身變色枯死率(y_1) 및 苗枯死率(y_2), 低溫處理 後 發現된 葉身變色枯死率(y_3), 苗枯死率(y_4), 冷害를 받은 35日 苗의 草長(y_5)과 乾物重(y_6)은 모두 低溫處理期間(x)과 高度로 有

意한 相關性을 보였는데 특히 y_1 , y_3 , y_6 와 높은 相關性을 보였으며, $y_1 \sim y_6$ 들 相互間에도 모두 高度로 有意한 相關性을 보였으나 특히 y_1 과 y_3 , y_3 와 y_6 의 相關性이 컸다.

4. 冷害徵狀들의 發現順序와 樣態들간의 相關性 分析結果로부터 可逆的 및 非可逆的, 直接的 및 間接的 冷害의 發生과 그들의 複合現象으로써 結果되고 觀察되는 冷害徵狀의 發現過程 模式圖를 作成하여 그림 5에 提示하였다.

5. 水稻幼苗의 耐冷性 評價에 있어서 可逆的 被害와 非可逆的 被害를 綜合的으로, 그리고 定量的으로 나타내며 一般的으로 冷害를 나타내는 調查形質들중 冷害에 가장 銳敏한 反應을 보이는 乾物重率을 1次要因으로 取扱할 것을 提意한다.

參考文獻

1. Kaneda, C. 1972 Terminal report on studies on the breeding rice for cold resistance. IRRI.
2. 權容雄·金柱憲·安壽奉 1979 水稻의 幼苗期 冷害에 관한 研究, 第1報. 韓作誌 24(1)11 ~ 23
3. 李文熙·閔泰基·李鍾薰·崔鉉玉 1977 水稻新品種의 幼苗期 低溫障害에 관한 研究. 韓作誌 22(2) 23 ~ 26.
4. 李弘稔·趙亨烈·林炳琦·許輝 1974 水稻의 障害型 冷害에 관한 研究. 韓作誌 15: 85 ~ 98.
5. 李善龍·雨宮 昭·田中市郎 1975 日印交雜水稻とその母本品種の光合成能力に及ぼす低溫の影響. 日作紀 44(3)370 ~ 371.
6. Levitt, J. 1972 Responses of Plants to Environmental Stresses. Acad Press. pp. 27 ~ 43.
7. Lyons, J. M. 1973 Chilling Injury in Plants. ARPP 24: 245 ~ 66.
8. Nishiyama, I. 1976 Effect of Temperature on the Vegetative Growth of Rice Plants. In: Climate and Rice. Proc. Symp. pp. 155 ~ 85.
9. Olien, C. R. 1967 Freezing Stresses and Survival. ARPP 18: 387 ~ 407.
10. Tanaka, I. and S. Yoshitomi 1973 Influence of Low Temperature on Photosynthesis, Photorespiration and Transpiration of Rice Plant. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 42: 109 ~ 110.

Summary

To elucidate comparative tolerance of the new rice varieties at seedling stage to elastic and plastic chilling injuries for determination of safe seeding time and for improvement of nursery management, 7 new varieties from Indica x Japonica cross and 3 Japonica varieties were reared in a 26°C, 13hrs. day/18°C night growth chamber and chilled at the 3rd leaf stage, the most sensitive stage as revealed in the previous study, in a 11°C, 13hrs. day/5°C night growth chamber for 0, 3, 4, 6, 8 or 10 days long, followed by further growth in the 26°/18°C chamber until 35 days after seeding. The results are as follow;

1. The maximum tolerance showing reduction in dry matter of the 35 days old, chilled seedlings less than 10% was 0.8 ~ 2.8 days in the new varieties, and 4.0 ~ 5.2 days in the Japonicas, implying approx. twice stronger tolerance of the Japonicas to elastic injuries than the new.
2. The maximum tolerance showing survival rate of the seedlings over 90% after chilling was 3.0 ~ 5.6 days in the new varieties and over 10 days in the Japonicas, implying 2 ~ 3 times stronger tolerance of the Japonicas to plastic injuries than the new.
3. Duration of chilling (x) showed highly significant correlation with the apparent degree of discoloration and death of leaves (y_1) or survival rate of seedling (y_2) during chilling, and with the degree of discoloration and death of leaves (y_3) or survival rate (y_4) under the normal temperature regime after chilling, and with the plant height (y_5) or dry weight (y_6) of the 35 days old seedlings. Also, the all combinations of y variables showed highly significant correlations. However, the r^2 value was greater in x and y_1 , y_3 , or y_6 pairs, y_1 and y_3 , and y_3 and y_6 pairs among the possibles.
4. With the result of correlation analysis and from the viewpoint of sequential cause and effect relations of the apparent injury development a probable scheme for the developmental course of the internal and apparent chilling injuries is diagrammed as Figure 5 in the text.
5. Dry matter production is thought to reflect most sensitively the summed results of the impact of indirect and direct injuries on the growth of chilled plants. Strongly suggested is to give much more emphasis hereafter on the rating of dry matter produced after chilling in the evaluation of chilling resistance of breeding lines.