韓作誌 27(4)371~384(1982) KJCS 27(4)371~384(1982)

氣象災害와 水稻育種上의 対策

—耐冷性品種育成方案—

許 文 會*·咸 泳 秀**

Meteorological Constraints and Countermeasures in Rice Breeding

—Breeding for cold tolerance—

Heu, Mun-Hue* and Young Soo Ham**

ABSTRACT

Highly cold tolerant varieties are requested not only at high latitute cool area but also tropical high elevated areas, and the required tolerance is different from location to location. IRRI identified 6 different types of cold tolerance required in the world for breeding purpose; a) Hokkaido type, b) Suweon type, c) Taipei 1st season type, d) Taipei 2nd season type, e) Tropical alpine type and, f) Bangladesh type.

The cold tolerance requested in Korea is more eargent in Tongil group cultivars and their required tolerance is the one such as the physiological activities at low temperature are as active as in Japonica group cultivars at least during young seedling stage and reproduction stage.

With conventional Japonica cultivars, such cold tolerant characters are requested as short growth duration but stable basic vegetative growth, less sensitive to high temperature and less prolonged growth duration at low temperature.

The methods screening for cold tolerance were developed rapidly after the Tongil cultivar was reliesed. The facilities of screening for cold tolerance, such as, low temperature incubator, cold water tank, growth cabinet, phytotron, cold water nursery in Chuncheon, breeding nursery located in Jinbu, Unbong and Youngduk, are well established. Foreign facilities such as, cold water tank with the rapid generation advancement facilities, cold nurseries located in Banaue, Kathmandu and Kashimir may be available for the screening of some limitted breeding materials. For the reference, screening methods applied at different growth stages in Japan are introduced.

The component characters of cold tolerance are not well identified, but the varietal differences in a) germinability, b) young seedling growth, c) rooting, d) tillering, e) discolation, f) nutrition uptake, g) photosynthesis rate, h) delay in heading, i) pollen sterility, and j) grain fertility at low temperature are reported to be distinguishable. Relationships among those traits are not consistent.

Reported studies on the inheritance of cold tolerance are summarized. Four or more genes are controlling low temperature germinability, one or several genes are controlling seedling tolerance, and four or more genes are responsible for the pollen fertility of the rice treated with cold air or grown in the cold water nursery. But most of those data indicate that the results may come out in different way if those were tested at different temperature.

* 서울大 農大 農學科 ** 作物試驗場

* Professor, Dept. of Agronomy, Seoul National Univ., ** Director, Crop Experiment Station, Suweon 170, Korea.

Many cold tolerant parents among Japonicas, Indicas and Javanicas were identified as the results of the improvement of cold tolerance screening techniques and IRTP efforts and they are ready to be utilized.

Considering a) diversification of germ plasm, b) integration of resistances to diseases and insects, c) identification of adaptability of recommending cultivars and, d) systematic control of recommending cultivars, breeding strategies for short term and long term are suggested.

For short term, efforts will be concentrated mainly to the conventional cultivar group. Domestic cultivars will be used as foundation stock and ecologically different foreign introductions such as from Hokkaido, China or from Taiwan, will be used as cross parents for the adjustment of growth durations and synthsize the prototype of tolerances. While at the other side, extreme early waxy Japonicas will be crossed with the Indica parents which are identified for their resistances to the diseases and insects. Through the back corsses to waxy Japonicas, those Indica resistances will be transfered to the Japonicas and these will be utilized to the crosses for the improvement of resistances of prototype.

For the long term, efforts will be payed to synthsize all the available tolerances identified any from Japonicas, Indicas and Javanicas to diversify the germ plasm. The tolerant cultivars newly synthsized, should be stable and affected minimum to the low temperature at all the growing stages. The resistances to the diseases and insects should be integrated also.

The rapid generation advancement, pollen culture and international cooperations were emphasized to maximize the breeding efficiency.

緖　　言

우리나라 水稻의 氣象災害中에서 育種上으로 극복할 수 있는 것은 冷害가 으뜸간다고 생각된다. 특히 1980年의 冷害를 경험한 우리로서는 그 被害가 얼마나 廣汎하고 深刻한 것인가를 잘 알고 있으며 水稻作의 樣態에 뿐만 아니라 國家全般經濟에 미치는 영향도 잘 알게 되었다. 1972年 甚한 冷害에도 不拘하고 1973年 以後 顯著하게 增加된 우리나라 단위면적당 수량은 1977年에는 世界 정상을 차지하게 되었는데 그동안 水害도 風害도 있기는 했지만 冷害와 같이 큰 영향은 주지 않았던 것 같다.

冷害는 豫測하기 어려우며 廣汎하게 分散되므로 栽培的으로 防備하기보다는 品種的으로 豫防하는 便이 効果가 크다.

5ton 以上의 收量을 올리는 北海道의 水稻作이 1855年 以後에 시작되었으며 主로 耐冷性品種의 育成으로 이것이 可能하게 되었다는 事實을 돌이켜 볼 때 耐冷性 品種의 出現이 얼마나 冷害克服에 貢獻할 수 있는가를 짐작할 수 있다.

要望되는 耐冷性品種

1. 世界的인 類型

水稻는 USSR의 北緯47度까지 栽培되어 耐冷性品種의 要望은 高緯度地帶뿐만 아니라 熱帶地方의 高地帶에 이르기까지 廣汎하며 그 類型도 여러 가지이다. Heu(1981)[16]는 이것을 6가지로 大別하여 1) 日日 最低溫度가 水稻生育期間中 17°C에 到達하지 못하는 北海道型, 2) 平均最低溫度가 生育初期와 後期에는 17°C 以下이지만 生育 中期에는 17°C를 넘는 水原型, 3) 生育初期에는 低溫이나 中期, 後期에는 問題없는 台北一期作型, 4) 生育後期에만 低溫이 問題되는 台北二期作型, 5) 熱帶高嶺地에서와 같이 年中 低溫이 問題되는 熱帶高冷地型, 6) 生育中期에만 低溫이 問題되는 Bangladesh 型으로 分類하고

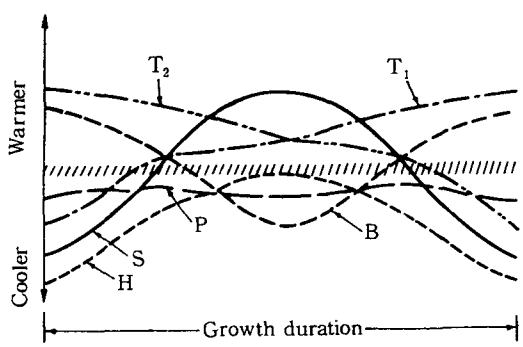

Fig. 1. Temperature patterns during growth season.
H = Hokkaido, S = Suweon,
P = Pacet, B = Bangladesh,
T_1 = Taipei 1st T_2 = Taipei 2nd

있다. 低溫의 程度와 특히 低溫期의 日照事情에 따라 要望되는 耐冷性品種도 各己相異하다.

北海道에서는 遲延型과 障害型으로 冷害를 區分하여 遲延型冷害에 견딜 수 있기 위해서는 低溫에서의 發芽, 生長, 分蘖, 出穗 및 登熟이 늦어지지 않는 것으로, 그리고 障害型冷害에 견딜 수 있기 위해서는 低溫에서 減數分裂의 異常이 적은 것이라야 하는 것으로 되어 있다.[48]

水原型低抗性이란 發芽에서부터 生育初期에 低溫에 견디고 登熟期에 低溫障害가 적은 것이다.

台北一期作型이란 發芽와 幼苗期 生育이 低溫에 依해 障害가 적은 것이고 台北二期作型이란 低溫에 依해 登熟障害가 最少로 되는 것이다. 熱帶高冷地型은 低溫과 더불어 日照不足이 왔을 때 不稔發生이 적은 것이고, Bangladesh抵抗性型이란 生育中期에 비교적 低溫을 받았을 때 分蘖障害나 生育支障이 없는 것이다.

熱帶地方의 高嶺地에서는 안개나 구름이 많이 끼기 때문에 生育期間이 긴 Bulu가 發達되었고 北緯 27度 高度 2,000m가 넘는 Nepal의 高地帶에서는 特定日長에 感應하는 몇가지 品種을 混植할 수 있게 芒色, 芒長, 粒型 等의 分化가 되어 있다.

2. 우리나라에서의 耐冷性形質

1972年의 冷害는 寒波의 來襲이 約 3週 例年보다 빨라서 當한 冷害였고 1980年의 冷害는 中期 以後 生育이 영향을 받을 程度로 低溫이 繼續되어 當하게 된 것이다. 前者는 極早生種으로 어느 程度 冒免될 수 있었고 後者는 低溫에 堪耐하는 生理的 特性差가 問題였다.

IR 8의 短稈耐倒伏多收性草型을[2] 誘導하기 위하여 育成된 統一系의 品種들은 發芽[3,15,28,29], 幼苗期 生育[8,9,15,26,30,31,39], 根生長[15,39], 養分吸收[15,39], 光合成能力[15,39], 乾物生産[15], 出穗速度[9,30], 稔實率[15,20,30], 登熟率 等이[4,39] 一般系品種에 比하여 低溫에서는 顯著하게 떨어져 이런 것들이 累積되어 冷害로 나타나게 된다.

一般系品種들 中 感光性이 弱하게나마 있는 中晩生種은 우리나라 南部地方에 栽培되므로 차라리 冷害가 적으나 高嶺地에 심기는 早生種들은 感溫性이 클 때에는 高溫에 의해 收量이 極甚하게 減少되고 生育中期 以後 低溫이 오면 被害가 심하다.

따라서 統一系品種에서 要望되는 耐冷性이란 적어도 一般系品種이 갖고 있는 程度의 生育全般에 걸친 低溫에서의 生理的 活性이라고 말할 수 있고 一般系品種에 要望되는 耐冷性은 早生이면서 安定된 基本營養 生長을 하고 高溫에서는 과민하지 않고 低溫에서도 크게 遲延되지 않는 것이라고 말할 수 있을 것이다.

耐冷性 選拔方法

1. 國內의 施設과 便宜

耐冷性 育種을 위하여 耐冷性인 母本의 選定과 分離雜種世代에서의 耐冷性인 個體의 選拔이 얼마나 適切히 施行될 수 있느냐에 따라 育種效率은 決定될 것이다. 이미 알려진 바와 같이 耐冷性의 品種間差는 매우 크고 같은 品種일지라도 生育時期에 따라 다르므로 全生育期를 通하여 耐冷性이 強한 系統의 合性이 可能한 것인지도 모르지만 지금으로서는 이 全生育期間을 通하여 耐冷性인 個體選拔을 任意의 時期에 할 수 있는 春川에 있는 冷水에 의한 耐冷性檢定圃가 가장 近似한 期待型이 될 것이다. 12°C 정도의 冷水를 溫水와 混合하여 任意의 生育時期에 任意의 期間동안 흘려 댈 수 있어서 비교적 便利하다. 同一圃場에서 水溫의 勾配가 있으므로 이에 따른 生育의 勾配를 비교할 수 있고 또 附加施設로 若干의 附加的인 檢定도 可能하다. 그러나 水面上의 氣溫은 自然狀態에 支配되므로 季節變異와 年變異가 클 때에는 그 絶對的 耐冷程度를 計測할 수 없고 다만 기준 品種을 對照로 相對的인 程度를 評價할 수밖에 없다. 또 흘려대는 물의 水深을 깊이 할 수 없으므로 出穗前에 水面上으로 節間伸長을 하고 있는 品種이나 系統들은 適切히 評價되기 어렵다.

위와 같은 春川試驗地의 短點을 감안하여 低水溫 低氣溫을 自然狀態로 經過시켜 選拔을 하고저 設立된 것이 珍富와 雲峰의 耐冷性檢定試驗地이다. 각각 標高 565m와 450m의 高冷地帶로서 早生高嶺地用品種育成에는 適合하며 여기서 選拔된 系統들은 이와 類似한 生態地域에 直接 적응시킬 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 여기에서도 季節變異와 年次變異는 除去하지 못하며 生育時期別로 어느 程度의 耐冷性인가를 수치로 表示하지 못하는 難點이 있다. 盈德에 설치된 耐冷育種試驗地는(N 36°30′ SL 6m) 東海冷潮風에 低抗性인 系統을 育成할 目的으로 設置運營되고 있지만 이런 類型의 耐冷性硏究는 아직 文獻을 보지 못하였다. 앞으로의 硏究에 도움이 될 基礎資料를 忠實히 蒐集해 주기 바란다. 耐冷性系統選拔에 適合한 氣溫이 每年 繼續되기를 期待할 수는 없으며 高溫의

해에는 不良系統의 淘汰가 어렵고, 지나친 低溫의 해에는 優良系統의 選拔이 어려울 것이므로 少數의 系統이라면 早中晩으로 作期를 달리하여 어느 한 作期에는 必要한 程度의 低溫을 經過할 수 있도록 할 수도 있을 것이다.

幼苗期耐冷性檢定을 위하여 報告된 硏究結果는 10℃ 恒溫室에서 3日間 또는 12°C 水槽에서 6日間處理하는 것이 推薦되고[17,21,22,48,50] 있지만 發芽種子의 條件, 苗齡, 檢定室의 照度, 處理後 高溫으로 冷害發現時의 環境條件 等에 따라 一定한 結果를 期待하기 어렵다. 施設과 操作의 方便 때문에 常溫에서發芽시켜 10日된 苗를 自然照明下에서 12℃ 水槽에 6日間處理한 後 常溫에서 3日間 冷害를 發現시켜 枯死乃至 變色程度로 耐冷性程度를 檢定하는 方法이 널리 採用되고 있는 것 같다.[8,9,10,15,28,39]

Table 1. Screening facilities in Korea.

Growth stage	Facilities
Germination	Cabinet, Phytotron,
Seedling	Cabinet, Phytotron, Cold water nursery,
Tillering	Cold water nursery, Cold tolerance B. S.,
Booting	Cold water nursery, Cold tolerance B. S.,
Heading	Cold water nursery, Cold tolerance B. S.,
Maturation	Cold water nursery, Cold tolerance B. S.,

植物이 冷害를 입는 臨界溫度附近에서 나타나는 細胞膜 또는 細胞內容物의 物理的 또는 化學的 變化를 定量的으로 檢定하여 冷害의 機作을 究明하는 同時에 그 測定値로 耐冷性程度를 表示할 수 있을 것인지에 關한 硏究가 一部에서 進行되고 있는 것으로 알려져 있는데[26] 그 過程의 煩雜性으로 미루어보아 이 方面의 硏究가 育種上 實用化되기에는 아직도 時間을 더 벌어야 할 것으로 생각되어진다.

2. 國外의 施設과 便宜

IRRI는 耐冷性育種材料의 冷水處理 및 世代促進을 하고 있으며 그 材料의 一部를 希望하는 育種家에게 分配하고 있다. 우리도 이 施設을 利用하기 위하여 우리 材料를 이 體係에 仕入할 수 있을 것이다. 그러나 IRRI 포장의 病虫을 고려한다면 圃場에 나가지 않는 別途體係가 아니라면 耐病虫性 特히 熱帶에 흔히 보는 virus들에 對한 低抗性이 없는 우리 材料들을 가지고는 利用하기 어려울 것이다.

IRRI가 가지고 있는 Banaue 耐冷系統育成圃場은 北緯 16° 海拔 1,000m의 高嶺地로서 乾期에만 水稻를 一作栽培하는 곳이지만 日日最低氣溫은 最下가 乾期(11月~5月)에 13°C, 雨期(6期~10月)엔 19°C가 되는데 乾期에는 北海道品種이나 USSR 品種들이 잘되고 우리나라 品種들은 若干 늦은 편이다. 雨期에는 우리나라 在來種 "개벼"와 Kashimir의 K332가 約 20% 정도 稔實率을 보였고 北海道나 USSR에서 導入된 品種들도 完全不稔이 될 程度의 氣象地帶이다. 우리나라 育成系統을 이곳에서 選拔할 수만 있다면 低溫과寡照에 對한 低抗性을 選拔할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 2. Screening facilities available at out of the country.

Institute	Area	Location
IRRI	Banaue (Philippines)	16°N. 1,000m alt
IRTP	Pacet (Indonesia)	7°S. 1,000m alt
	Kathmandu (Nepal)	28°N. 1,300m alt
	Palung (Nepal)	28°N. 1,700m alt
	Daman (Nepal)	28°N. 2,100m alt
	Kashimir (India)	34°N. 1,300m alt

Nepal의 Kathumandu는 標高 1,300m, Palung은 標高 1,700m, Daman은 2,100m 다같이 北緯 約 27인데 Kathumandu에서 Palung까지는 2時間 Palung에서 Daman까지는 30分거리이다. Kathumandu에서 育苗하여 同一日字에 3個 試驗地에 移秧하면 耐冷性의 品種間比較를 하는데 理想的인 條件이다. Kathumandu에서는 겨울에도 물이 얼지 않는 程度의 추위이지만 Damm에서는 8月에도 비가 오는 날이면 15°C 以下로 떨어지는 高嶺地이다. 이런 體系를 利用할 수 있다면 高度의 耐冷性을 選別할 수도 있을 것이다.

위와 같은 여러가지 特殊地域에서 檢定함으로써 어떤 母本이나 系統의 耐冷性을 徹底히 파악할 수 있을 것이며 이러한 國際間協力은 意慾만 있다면 IRRI의 仲介로 어렵지 않게 이루어질 수 있을 것이다.

이밖에 日本에서 單片的으로 檢討된 耐冷性檢定方法을 參考로 살펴보면,

(1) 低温發芽性을 檢定하기 위하여 恒温器에서 10℃ 또는 15℃에서 發芽시켜 標準品種 "清野(Seino)"의 90%의 發芽率을 가지고 判定하거나[17,24], 13～15℃에 比重 1.10 以上인 벼알만을 골라 置床하고 置床日數 10日만에 發芽係數(= 發芽率 / 平均發芽日數, 平均發芽日數 = $\frac{\Sigma fv}{n}$, f=每日의 發芽粒數, v=置床後日數, n=發芽總粒數)로 判定함이 좋다고 한다.[48,50]

(2) 幼苗變色程度를 檢定하는 方法으로는 低温恒温器에서 3葉期에 5℃로 3日間[6], 17℃ 晝間/12℃ 夜間으로 7～14日間[52], 16℃/16℃로 14日間[11,40] 等이 報告되어 있다.

(3) 幼苗의 發根力을 檢定하는 方法으로는 Growth cabinet에서 4～5葉期苗를 斷根하고 15℃에서 15日間 活着시켜 品種間差를 檢定하는 方法이 알려져 있다.[40]

(4) 穗孕期耐冷性檢定으로는 다음 여러 가지 方法이 提案되어 있다. ⓐ 冷水灌漑圃場에서 不稔率을 檢定하는데 遮光處理를 兼하면[36,64] 不稔率이 낮을 때에는 더욱 效果가 크다고 한다. ⓑ Phytotron이나 Growth cabinet를 利用하여 葉耳間長 −8에서 ±0 cm 때에 12℃에서 4日間, 15℃에서 6日間, 17℃에서 10日間, 止葉出始期부터 2～3日마다 14℃에 5日間處理를 3～4回, 止葉抽出始期부터 10日間 15～17℃로 처리하여 最長稈으로부터 3이삭의 不稔率을 調査하는 것이 報告되어 있다.[22,46,49] 但, 處理直後에는 유리室에서 温度를 一定하게 하여 前後葉期에 依한 영향을 없애도록 해야 한다. ⓒ 15～17℃의 冷水槽에 葉耳까지 浸水시키고 止葉身을 水面으로 나오게 처리하면 Phytotron에서 얻는 效果와 같다고 한다.[51] ⓓ 圃場에서 12～13℃의 冷水를 1.2m 높이에서 고운 물뿌리개로 噴霧하면 10日間 처리로 品種間差가 나타난다고 하였다.[62] ⓔ 熱電線으로 温度傾斜圃場을 만들어 早春低温期에 生育시켜 低温期로부터 高温期에 걸쳐 出穗시키고 거기서 不稔率을 檢定한다.[D] ⓕ 冬季温室에서 20～15℃로 長期連續低温栽培하여 不稔發生으로 品種間 耐冷性差를 檢定할 수 있다.[51]

(5) 開花期耐冷性檢定. 穗孕期를 適温으로 經過했더라도 開花期의 低温으로 不稔이 發生되므로 出穗2日後 即 上部穎花의 開花開始期부터 12℃ 6日間, 15℃ 8日間 또는 17℃ 10日間 처리하여 不稔率을 檢定한다.[23,51]

(6) 腹切米發生檢定. 低温에 의하여 腹切米發生程度가 品種에 따라 差가 있음을 檢定하기 위하여 開花直後부터 19～20℃ Phytotron에서 15日間 처리한다.[35]

(7) 出穗遲延檢定. 冷害年에는 出穗가 遲延되는데 그 遲延程度에는 品種間 差가 分明하나 晩植時의 出穗遲延度와 冷害年 出穗遲延度와는 $r=-0.656$ 으로 負相關이 있지만 生育初期부터 冷水灌漑를 해온 벼와 冷害年의 그것과에는 $r=0.509$의 正相關이 있어 冷水灌漑나 低温生育으로 出穗遲延檢定이 可能하다.[33,34] 北海道에서는 冷水灌漑畓이나 Phytotron, Growth Cabinet에서 晝夜温을 20/12℃로 하여 主稈葉數 5.5枚일 때 處理를 開始하여 15日間의 처리로 主稈止葉의 出葉期差로 判別할 수 있다고 한다.[54,55]

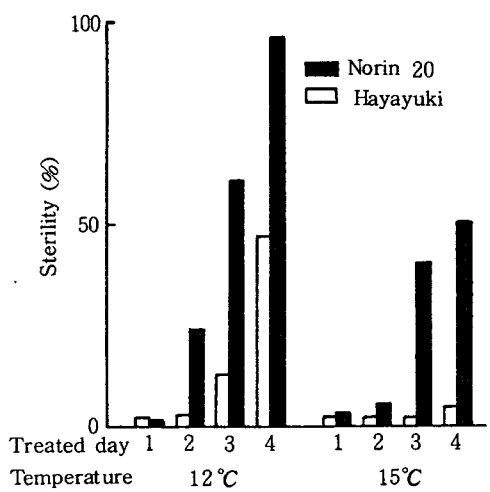

Fig. 2. Varietal difference of sterility caused by coolness at the booting stage(1966, Satake).

耐冷性 資源

1. 耐冷性 形質

低緯度高嶺地에서는 年中 比較的 低温으로 經過하다가 不時로 障害를 誘發할 程度의 低温이 닥쳐오므로 水稻의 全生育期間을 통하여 耐冷性을 갖춰가지고 있어야 하겠지만 우리나라 生態條件으로서는 生育初期와 後期에서의 耐冷性이 要望된다. 이제까지 알려진바를 綜合하면 生育初期의 耐冷性으로 低温發芽性[3,10,24,28,29,38,39,48,50], 低温에서의 幼苗生長性[6,8,15,30,31,39,48], 低温에서의 苗變色程度(discoloration)[15,39,40,41,52], 低温發根力[15,39,64,65], 低温分蘖力[7,39,66], 低温에서의 養分吸收能力[15,39], 低温에서의 開花能力[15,

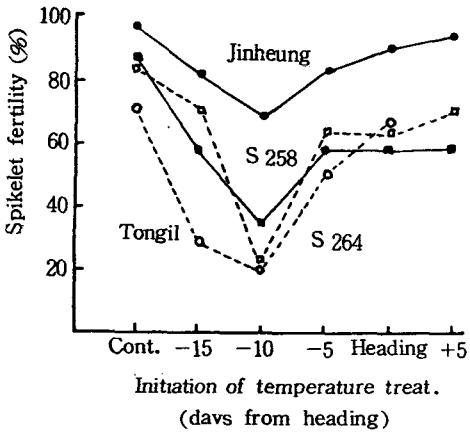

Fig. 3. Spikelet sterility of 4 rice varieties treated with 17℃ air temperature for 4 days at different growth stages(1981, Oh).

[39] 等에 品種間差가 認定되고 있다. 生育後期의 耐冷性으로는 低溫에 의한 出穗遲延程度[5,20,33,34,39,54,55], 幼穗分化期에 障害를 입는[6,30,37,39,43] 低溫의 程度,開花授精時에 障害를 일으키는 低溫[15,21,22,23,46,58,63,64]의 程度, 登熟障害를 일으키는 低溫程度[4,35,39,49,51,61] 가 品種에 따라 分明히 差가 있으며, 또 品種에 따라 이들 耐冷性形質間의 相關關係는 一定하지 않은 것으로 알려져 있다.[5,9,15,39,44,45]

2. 耐冷性形質 相互間의 關係

表 3에서 보는 바와 같이[9] 어떤 品種의 耐冷性程度는 生育時期에 따라 相對的으로 다르게 表現되므로 여러 品種들의 形質相互間의 耐冷性程度의 相關은 形質에 따라 區區하고 材料에 따라 다르게 나타난다고 생각된다.[60] Li[32]가 여러 가지 生態型品種들을 가지고 調査한 바에 의하면 表 4에서 보는 바와 같이 形質에 따라 구구하게 表現되고 있다. 이와 비슷한 結果는 春川에서 調査한 成績[18]에서도 볼 수 있으니 耐冷性形質 相互間의 相關關係가 充分히 硏究되지는 못하였지만 그 一般的인 特性은 推測할 수 있다. 花粉不稔과 花器의 形態와를 關聯하여 檢討한 硏究는 아직 적지만 앞으로 注目할만 하다고 생각된다.[57]

國內에서 硏究된 몇가지 報告에 의하면 出穗期低溫에 의한 不稔率과 花芽分化期低溫에 의한 不稔率과는 正의 相關이 있고[39], 低溫에 의한 出穗遲延程度와 不稔率과도 높은 正相關이 있고, 稈長短縮率과 出穗遲延程度와에도 正의 相關이 있으며 不稔率과 收量과에는 負相關이 있다 하였고[39] 低溫에 의한 葉變色(discoloration) 程度와 同化率 및 收量과에는 負相關이 있다 하였으며[15] 初期分蘖力과 耐冷性과에는 正相關이 있다고 한다.[55] 耐冷性과 다른 作物學的 形質과는 相關이 없다는 報告도 있다.[19]

이와 같이 品種에 따라, 生育段階에 따라 서로 다

Table 3. The differences of injury reaction under the low temperature treatment at each growth stage of rice plants. (Choi and Lee, 1976)

Variety	Germination stage	Seedling stage	Rooting stage	Reduction division stage	Heading stage
Tongil	L	L	M	L	H-M
S 258	L	L	M	H-M	L
J. Tongil	M	M	M	M	H-M
Akibare	M	H-M	M	M	M
Shimokita	M	H	M-L	H-M	L
Chulwon	M-L	H	M	L	M

Remarks ; L=Low, M=Medium, H=high

Table 4. Correlation coefficients among cold Tolerances at different Growth stage. (Li, 1981)

	ES	SS	TS	PD	FS	MS
ES	1	.493**	−.092	−.269	−.073	.372**
SS		1	−.004	.185	−.037	.328**
TS			1	−.010	.326*	.043
PD				1	−.153	.297
FS					1	.180
MS						1

ES = germination stage, FS = flowering stage,
SS = seedling stage, MS = maturing stage,
TS = transplanting stage,
PD = panicle development stage,

Table 5. Correlation coefficients among different character scores at Chunceon cold water Nursery (1981).

	L_1	H_1	H_2	H_3	T_1	T_2	T_3
L_1	(2.56)	−.627	−.452	−.330	−.297	.255	−.468
H_1		(6.25)	−.753	−.449	−.095	−.334	.230
H_2			(6.87)	−.246	−.171	−.103	.226
H_3				(7.02)	−.073	−.300	.657
T_1					(2.82)	.268	.524
T_2						(2.15)	(25.29)
T_3							

L_1 = leaf discoloration, H_1 = plant height at inlet, H_2 = plant height at outlet, $H_3 = H_2 - H_1$, T_1 = tiller number at inlet, T_2 = tiller number at outlet, $T_3 = T_1 / T_2$.

른 耐冷性들을 한 品種에로 收斂한다는 것은 쉽지 않은 것으로 짐작된다.

3. 耐冷性形質의 遺傳

低溫發芽性의 遺傳에 關한 硏究報告는 많지 않은데 Sasaki[47,48]는 北海道에서 Japonica品種으로 15℃ 以下에서 發芽할 수 있는 低溫發芽性은 4개의 遺傳子에 의해 지배되며 그들은 各各 wx(I), d_2(II), d_6(IV) 및 I-Bf(V)와 聯關되어 있다고 報告하였다. 우리나라에서 問題가 되고 있는 Japonica/Indica 잡종品種에서의 低溫發芽性에 關한 遺傳은 아직 밝혀진 바 없다.

幼苗의 冷水에 對한 耐冷性遺傳에 關한 報告는 比較的 많은데 日本藤坂試驗地에서는 冷水를 灌漑하여 "染別" 品種의 耐冷性은 4개 以上의 遺傳子로 支配되며 이들은 各各 d_2(II), gh(VI), nl(IX) 및 bc(XI)와 聯關되어 있었으며[12] 耐冷性에 관해 強弱雙方으로 選拔한 즉 耐冷性 強한 쪽은 長稈·大穗·少蘗로 되고 弱한 便은 短稈·小穗·多蘗로 되어 不稔率과 稈長과에는 $r=-0.476$, 穗長과에는 $r=-0.4853$, 穗數와에는 $r=-0.3648$의 相關[13]이 보이더라고 報告하였다. Amamia[6]는 growth cabinet에서 5℃로 3日間 처리한 結果 變色하는 것이 1/4로 單因子 分離를 보이더라고 하였고 鄭[10]도 幼苗期 變色個體의 分離는 單純劣性으로 나타난다고 하였다. 孫들[56]의 報告도 耐冷性이 強한 것이 弱한 것에 對해 完全優性이며 冷水灌漑下에서 早熟이 晩熟에 對하여 不完全優性이더라고 報告하였다. Kwak[25]은 IRRI에서 12℃ 冷水에서 幼苗檢定을 하여 組合에 따라 여러가지 分離比로 나타나는 것을 觀察하였는데 分明히 3:1로 分離되는 組合들이 있음을 報告하였다.

以上 幼苗檢定結果를 살펴보면 組合에 따라 苗의 生育條件에 따라 처리 溫度 및 時間에 따라 各各 分離比를 다르게 誘導할 수 있음을 짐작할 수 있다.

減數分裂期의 低溫에 對하여는 Sakai[42]들이 19℃로 처리하여 2개 以上의 優性遺傳子가 耐冷性을 支配한다고, Futsuhara들과[14] Sawada[53]는 F_2에서의 不稔發生이 連續的 變異를 보이므로 耐冷性은 Polygene에 의해 支配되지만 heritability는 매우 높다고

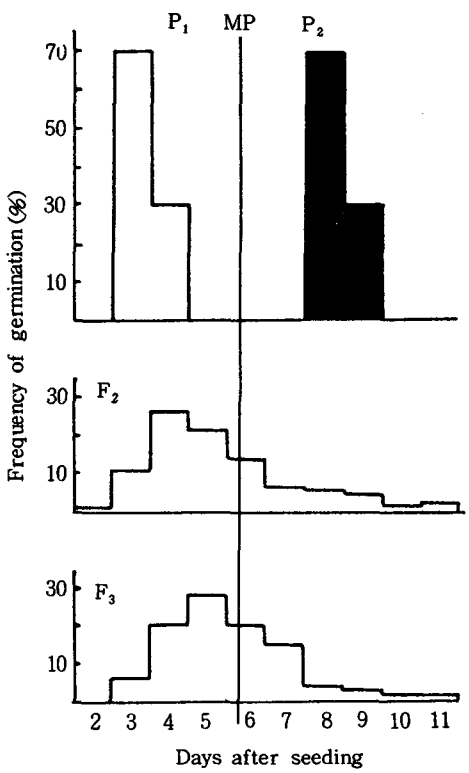

Fig. 4. Frequency distribution of germination date in each population(1974, Sasaki).
P_1 : Iburiwase P_2 : Hokkai 95

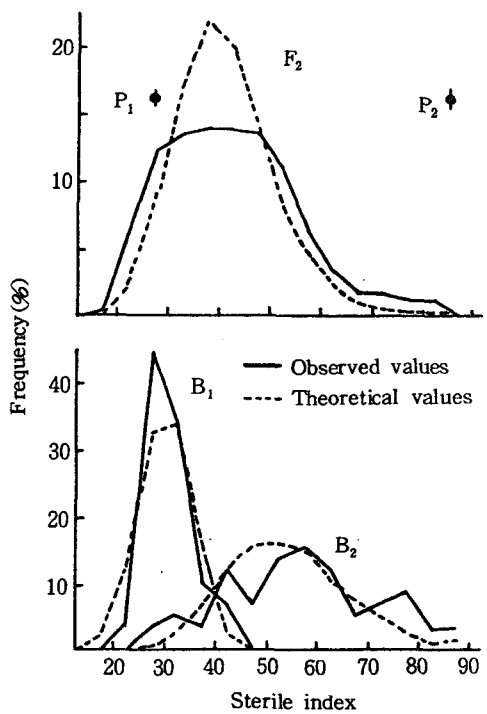

Fig. 5. Theoretical and observed frequency distribution of sterile index(1966, Futsuhara *et al.*).

하였다. Torigama[59], Li[27]등도 耐冷性의 heritabitity가 初期分離世代부터 높다는 것을 指摘하고 있다.

以上과 같이 稔性으로 表現된 耐冷性은 여러 개의 遺傳子로 支配되는 것 같이 나타나며 Ⅱ, Ⅳ, Ⅵ, Ⅸ, Ⅺ과 Ⅻ 聯關群과 聯關된 것으로 報告되어 있다.

Table 6. Cultivars being utilized as cold tolerant source by national programs - Japonicas.

Cultivar	Origin	Cultivar	Origin
Gaebyeo	Korea	Chikwung # 60	China
Hwanghaedo	Korea	Han # 7	China
Kujungdo	Korea	Han # 9	China
Hayayuki	Japan	Huoching # 20	China
Horyu	Japan	Pioneer 320	USSR
Ishikarishiroke	Japan	Russia # 95	USSR
Kitakogane	Japan	Stejaree 45	USSR
Nangei	Japan	Ch 242	Taiwan
Norin # 11	Japan	Taichung 65	Taiwan
Somewake	Japan	Taipei 308	Taiwan
Dohokumochi 18	Japan	IR 800	IRRI
Onnemochi	Japan	Giza	Egypt
Tatsumimochi	Japan	Naunox solano	Spein
Changpai # 6	China	Precosus F. A.	Argentina

4. 耐冷性母本

1975年부터 시작된 IRRI의 耐冷性檢定事業과 그에 附隨된 現地觀察旅行을 通하여 여러나라에서 利用되고 있는 耐冷性母本에 관한 情報도 많이 蓄積되어 가고 있다. 現在 여러 나라에서 耐冷性母本으로 쓰고 있는 것들을 Japonica와 Indica로 區別한 것이 表 6, 7이다. IRRI에서는 17,689種의 수집품종 중에서 生育日數 110日以內, 稈長 120cm 以上인 Indica 729品種을 골라 幼苗期檢定과 開花期檢定을 하여 11種의 耐冷性이 高度로 強한 母本을 選定하여 利用하고 있다(表 8). IRRI의 IRTP (International Rice Testing Program) 計劃下에 推進되고 있는 耐冷性品種連絡試驗은 앞으로도 계속될 것이므로 보다 더 分明한 母本들의 特性에 關한 情報가 얻어질 것으로 생각되지만 위에서 列擧된 母本들의 交配組合能力에 關해서는 情報를 蒐集綜合하는 體係가 서있지 않은 것이 아쉽다.

우리나라의 生態的 條件에서 要望되는 耐冷性母本이라면 一般系品種보다는 "統一"系品種에 必要한 耐冷性母本이라야 하는데 "統一"系品種은 外國에서는 아직 試作段階에 있으므로 이런것들 중에서 耐冷性母本을 찾을 수는 없을 것이므로 現存 Japonica나 In-

Table 7. Cultivars being utilized as cold tolerant source by national programs (Indicas).

Cultivar	Origin	Cultivar	Origin
AC 71	India	K 333	India
Adil	Indonesia	K 39 - 96 - 1	India
Ar-Den-i-shi-shing	China	Larbeoul	India
Barber	India	Lumut	Indonesia
Barkat	India	L 12	India
China 978	China	L 46	India
China 988	China	L 56	India
China 1007	China	L 62	India
China 1039	China	L100	India
Chung-Tao 345	China	L105	India
Gadis Jambi	Indonesia	L107	India
Gemar	Indonesia	Madew	India
HR 1619-6-2-2	Korea	Makmur	Indonesia
HR 1619-6-3-1	Korea	Nurbeoul	India
HR 1619-6-5-2	Korea	Sabah secanting	Indonesia
Jerak	Indonesia	Shang-hang-ta-tung	China
Kencana Bali	Indonesia	Sica	India
Khuch	India	Sirendra Merah	Indonesi
Kn - b1-361	Indonesia	SR 3055-129-3	Korea
Kuning Galung	Indonesia	Yu-mang-tsao 10	China
Kwa-shu-tao	China	Yung-Chung-sha-tiao-tzu	China
K 332	India		

Table 8. Grain fertility and quality of some IRRI identified cold tolerant cultivars.

Designation	Spikelet Steril.(%)	Anthesis at 21℃(%)	Quality*			
			Amyl.(%)	Alkali	Gel temp.	Gel cons.(mm)
C 21	25	100	21	5.5	I/L	48
Dourado Agullia	11	80	23	5.0	I	55
Jumali	21	70	21	5.8	I/L	32
Lambayque 1	14	90	22	4.5	Hi/L	50
Lengkwang	27	70	24	5.6	I/L	30
Mitak	29	90	21	5.0	I	40
Padi Lambau Alumbis	11	70	21	4.0	Hi/L	52
Padi Sasahal	29	100	27.2	7.0	L	30
Pratao	8	100	20	4.5	I	65
Silewah	13	100	20.6	4.6	I	32
Thangone	9	80	15	5.7	Hi/L	63

*grown at Los Banos

dica 또는 Javanica 中에서 適切한 母本을 찾아 서로 우리 條件에 맞도록 合成하는 길밖에 없다. Indica 중에서도 Kashimir 나 Himalaya의 品種들은 耐冷性이 매우 強한 것들이 있으므로 이것들의 適切한 組合利用이 緊要한 課題라고 생각된다. Javanica 들 중에서도 低溫寡照條件에서 進化되어 온 것들이 있으므로 이들의 特性과 高緯度地帶品種들의 特性과를 組合하는 일도 생각해 볼 만한 것이라고 생각된다.

우리나라에서 要望되는 耐冷性의 類型은 앞에서 살펴본 바와 같이 外國의 그것들과는 다르다. 따라서 우리가 必要로 하는 外國에서 들여다가 그대로 利用할 수 있기를 바라기는 어렵다. 그러나 外國의 여러 가지 類型을 適切히 組合하므로써 이제까지 우리가 갖지 못했던 새로운 것을 合成할 수도 있을 것으로 期待해 본다.

育種方案

耐冷性品種育成을 위하여 두드러지게 새로운 方案도 있을 수 없지만 이미 알려진 方案들도 充分히 活用되지 못하고 있는 것이 現實情이다. 現在 企圖되고 있는 育種家들의 意圖를 成文化해 본다면;

1. 品種의 多樣化(Diversification)

一般系와 統一系, 찰과 메, 早生과 晩生 등의 區別이 있어야 할 것은 勿論이지만 一般系에서도 感溫性, 感光性, 蓬萊型 등과 같은 生態的 特性이 다른 品種들을 가지고 있으면 變異를 增加시킬 수 있을 뿐만 아니라 品種政策에 彈力性을 더해줄 것이다.

統一系統의 品種은 過去 初創期에는 主로 IR8의 血統을 가진 品種들만이 利用되었기에 遺傳子의 多樣性 不足으로 氣象災害에 伸縮性있게 對處할 수가 없었다. Indica에도 Aus, Aman, Boro 또는 Jehere와 Mas의 區別이 있고, 같은 Aus라 해도 北部와 南部의 것들은 相互交雜하면 不稔을 나타내어 細胞質이 다름을 알 수 있다. 이와 같이 多樣한 材料들을 基礎로 우리에게 必要한 形質들을 그 위에 收斂함으로써 外觀으로는 類似해 보여도 細胞質이 多樣한 品種群들을 育成할 수 있을 것이다. Javanica에도 Bulu와 Gundil의 區別이 있는데, 이것들을 利用하여 우리나라에 適應하는 品種을 만들어 보려는 企圖도 있음직하다. 北海道에서는 이미 Bulu의 一種인 "Silewha"라는 Indonesia의 品種을 北海241號라는 中間母本에 交雜하고 이것의 BC_1F_1 中에서 出穗期 빠른 20個體에 戻交雜하여 BC_2F_1에서 耐冷性 檢定을 했더니 耐冷性極強으로 알려진 Hayayuki가 稔實率 50~60%인 條件에서 稔實率 90%인 것을 얻었다고 한다.

多樣한 細胞質 特히 低溫寡照條件下에서 進化된 品種들의 檢定과 利用은 非但 耐冷性의 見地에서 뿐만 아니라 生理的 및 病虫에 對한 耐性의 見地에서도 試圖해 볼만한 것이라고 생각된다.

2. 耐性化

低溫地帶에서는 稻熱病이 恒常 따라다니므로 多樣한 耐病性을 갖추어 가진 것을 育成하려는 念願은 世界共通的이다. 遺傳質의 多樣性에 따라 國內生存可能한 菌系에 對한 耐性反應도 多樣하여 國內에 發生되었던 菌系의 分類保存과 더불어 이들 菌系에 對한 抵抗性因子의 檢討, 體系的인 利用이 바람직하다. California에서 導入되는 品種들이 稻熱病에 極히 弱

하며 우리나라 品種들이 IITA에서 稻熱病에 極히 弱하다는 事實은 耐稻熱病選拔에 示唆를 주는 것 같다. 흰빛잎마름病이나 멸구류에 對한 耐性도 漸次로 그 病原性이나 生態型의 分化에 따른 變異가 밝혀져 가고 있으므로 이에 對應하여 品種育成도 展開되어 갈 것으로 생각되어진다.

3. 適地適品種의 同定

統一系品種들의 廣地域適應性 때문에 適地適品種 選定의 槪念은 稀釋되어 왔고 그 結果는 統一系 品種의 冷害의 廣汎化를 招來하였다. 이런 類의 冷害는 適地適品種의 同定과 配定으로 쉽게 輕減시킬 수 있는 것이다. 例를 들어 耐冷性이 強한 Japonica 品種들 中에서도 北海道의 것들은 高溫에 敏感하지만 中國北部의 것들은 比較的 鈍感하고 USSR의 것들은 寡照에서는 生育遲延이 甚하고 이슬이 많으면 穗發芽가 甚하다. 對象地域에 대한 目的形質의 分明한 同定은 選拔의 能率을 크게 向上시킬 것이다.

4. 品種의 體系的인 普及과 交替

低溫에서 出穗遲延에 의한 害를 줄이기 위하여 早生種으로 選拔해야 하는데 그 早生의 程度에 따라서 適地가 同定되어야 하고, 또 이것에 따라 新品種의 普及이나 種子의 交替가 體系化되어 있어야 交配母本의 組合과 雜種世代의 選拔對策이 能率的일 수 있다. 節制없는 品種普及은 品種退化를 促進할 뿐만 아니라 育種家에게 萬能品種을 要求함으로써 育種戰略을 模糊하게 한다. 實際로 萬能品種은 있을 수 없으며 더구나 耐冷性品種으로는 萬能을 期待할 수 없으며 도리혀 이런 地域에서는 이런 耐冷性, 저런 地域에서는 저런 耐冷性으로 對處하도록 構成해야 할 것으로 생각된다. 品種의 普及이 自律的으로 統制되고, 品種의 耐冷性이 地域的으로 同定되었을 때 耐冷性品種은 效率的으로 育成利用될 수 있을 것이다.

위와 같은 育種家들의 意圖를 認識하면서 우리나라에서 바람직하다고 생각되는 耐冷性育種의 短期的 方案과 長期的 方案을 區別하여 構想해 본다.

(1) 短期的 方案

農村振興廳은 이미 우리나라의 緯度와 高度를 고려하여 品種地帶를 區分해 가지고 品種을 장려하고 있는데 그 中 一般系品種이 들어갈 地帶의 品種이 短期的 方案의 對象이 될 것인데, 短期的으로는 耐冷性이 充分한 國內外의 旣存品種들을 基礎로 우리나라에 現存하는 品種들과 交雜하여 우선 安定生育日數로 틀을 잡아서 여기에 우리가 必要로 하는 稻熱病抵抗性과 Japonica에 缺乏되기 쉬운 줄무늬잎마름病抵抗性 및 耐虫性을 添加하는 일이다.

表 6에 提示된 母本들은 IRRI가 IRTP로 檢討한 것들 중에서 拔萃한 것인데 韓國在來種들은 安定된 耐冷性을 가지고 있지만 多收性草型을 갖추지 못하였고, 北海道品種들은 高溫에 過敏하여 우리나라에서는 生育量을 確保하기 어렵다. 中共品種들은 出穗期에 比하면 生育量도 많고 草型도 좋은 편이나, 米質이 問題되는 것 들이다. USSR品種들은 耐肥性이 比較的 큰 편이지만 가을에 降雨日數가 늘어가면 困難한 것들이다. 蓬萊種들은 基本生育期間이 安定되어 基本榮養生長期間이 아주 짧은 品種과 交雜하여 比較的 짧고 安定된 基本生長性을 갖춘 品種을 만드는데 利用될 수 있을 것이다. 나머지 品種들도 比較的 基本榮養生長性이 安定된 品種들이며 어느 程度의 低溫에서는 收量의 安定性을 期待하는 것들이다.

이들은 모두 Japonica이지만 育種母地의 生態條件에 따라 各各 다르게 特定지워진 것들이므로 各其特異한 耐冷性을 가지고 있어서 品種의 多樣化에도 도움이 될 것으로 생각된다. 이들에다 稻熱病이나 虫에 對한 抵抗性을 添加할 때에는 이들 品種에 直接 Indica에 由來하는 耐病耐虫母本을 交配하기보다는 Onnemochi, Dohokumochi 等 北海道 찰벼 品種에다 그들 耐病虫性을 옮겨서 耐病虫性을 가진 Japonica로 置換한 後에 이것들을 耐冷性母本으로 交配하는 것이 窮極的으로는 빠른 것이 될 것이다. 이렇게 段階的으로 交配가 이루어졌을 경우에는 世代促進도 效率的으로 利用할 수 있을 것이다.

(2) 長期的 方案

長期的인 眼目으로 耐冷性育種을 생각할 때에는 보다 더 낮은 溫度에서 生育全期間을 經過할 수 있는 安定된 耐冷性과 其他 作物學的 또는 栽培的인 有用形質을 갖춰 가진 것을 育成하기를 바라며, 그렇게 하기 위해서는 多樣한 遺傳質이 同一品種內에 合成되어져야 하며 多樣한 品種이 育成되어야 하겠다. 遺傳質의 多樣化를 위해서는 Japonica뿐만 아니라 表 7에 例示한 Javanica나 Indica도 利用되어야 할 것이니 北海道品種이 栽培되기 어려운 Himalaya나 Kashimir의 高地帶에 栽培되는 Indica나 Java의 高地帶에 栽培되는 Bulu들은 適切한 中間母本으로 利用함으로써 多樣한 細胞質源을 가진 伸縮性있는 耐冷性을 求할 수 있게 될 것이다. 이런 境遇 遠緣間雜種에서 나타나는 不稔이나 雜種劣惡化(hybrid denoveli-

zation)는 Bridge Cross나 Carrier technique로 쉽게 克服될 수 있고 米質은 適切한 米質中間母本 即 草型誘導를 위한 찰과 메의 米質 置換을 위한 메 換元母本을 組合利用하면 固定이 進前된 世代에 가서限定된 試料만을 가지고 米質檢定을 하여도 우리가 願치 않는 米質을 除去할 수 있을 것이다.

遠緣雜種分離世代에서는 選拔補助手段이 特히 選拔의 效率을 높일 수 있는데, 耐冷性選拔을 위해서는 國內의 施設과 國外의 便宜를 다같이 利用할 수 있으므로 國內施設의 알뜰한 利用 뿐만 아니라 國際協力의 妙를 살리는 方案도 構想되어야 할 것이다.

近緣交雜에 있어서도 그렇지만, 特히 遠緣交雜에 있어서는 葯이나 花粉培養의 技術을 利用할 수만 있다면 長期的 方案은 훨씬 더 現實的인 것이 될 것이다.

要　　約

1. 耐冷性品種의 要望은 高緯度地帶뿐만 아니라 熱帶地方에서도 懇切하며 要望되는 耐冷性品種의 特性도 여러가지이다. 世界的으로 要望되는 耐冷性을 IRRI에서는 便宜上 a) 北海道型, b) 水原型, c) 台北一期作型, d) 台北二期作型, e) 熱帶高冷地型 및 f) Bangladesh型으로 區分하고 있다.

우리나라에서 要望되는 耐冷性은 統一系品種에서 더욱 懇切하며 生育全般에 걸쳐 Japonica 程度의 生理的 活性이 要望되지만 적어도 幼苗期와 成熟期의 低溫障害가 Japonica보다 크지 않은 것이 우선 當面한 課題라 하겠다.

一般系品種에서는 早生이면서 安定된 基本營養生長性을 가지고 高溫에서 過敏하지 않고 低溫에서 生育遲延이 比較的 작은 것이라면 좋을 것이다.

2. 國內에서의 耐冷性系統檢定方法과 施設은 統一系品種의 出現 以後 急速히 發展되었으며 低溫恒溫器, 冷水 Tank, growth cabinet, phytotron, 春川의 冷水圃場, 珍富, 雲峰, 盈德의 耐冷系統育種圃 等 耐冷系統選拔을 위해서는 比較的 잘 갖춰진 편이다.

國外의 施設로는 IRRI의 冷水 Tank와 世代促進施設 그리고 Banaue, Kathmandu나 Kashirnir의 自然生態的條件을 우리가 利用할 수 있을 것이다.

參考로 日本에서 報告된 生育各段階에서의 여러가지 耐冷性檢定方法을 紹介하였다.

3. 耐冷性品種들이 가지고 있는 耐冷形質의 單離는 아직 分明히 되어 있지 못하지만 a) 低溫發芽性, b) 低溫幼苗生長性, c) 低溫苗變色, d) 低溫發根力, e) 低溫分蘖力, f) 低溫養分吸收能力, g) 低溫同化力, i) 低溫稔實障害, j) 低溫登熟障害 等에 品種間差가 分明한 것이 報告되어 있다.

위의 形質間의 相關關係는 形質에 따라 材料에 따라 區區하였다.

耐冷性形質들의 遺傳에 관한 報告는 많지 않아 低溫發芽力에 關해 4個 以上의 多因子, 幼苗低溫生存力에 關해 單因子 또는 多因子, 幼穗形成期低溫抵抗力에 關해 4個 또는 그 以上의 多因子, 冷水圃場에서의 低溫抵抗力에 關해, 4個 以上의 遺傳子가 關與되는 것으로 그리고 heritability는 恒常 높은 것으로 報告되어 있지만 같은 그 材料들을 가지고 다른 低溫에서 檢討하면 相異한 結果가 나올 것은 쉽게 짐작할 수 있다.

여러가지 耐冷性檢定技術의 發展과 IRRI의 國際耐冷性品種連絡試驗으로 Japonica, Indica, Bulu 等에서 다같이 많은 品種들이 耐冷性母本으로 檢定되어 있다.

4. 育種方案을 構想할 때 고려해야 할 事項들 a) 遺傳質의 多樣化, b) 耐病虫性의 集積, c) 地域別 適應品種의 同定, d) 奬勵品種의 體系的 統制 등을 고려하면서 短期的 및 長期的 育種方案을 提案하였다.

短期的으로는 一般系品種을 對象으로 하되 우리나라 旣存品種을 基礎로 알려진 耐冷性品種을 가지고 生育日數와 耐冷性을 調整하는 한편 極早生耐冷性 찰벼母本에 耐虫耐病인 Indica母本을 一回親으로 Japonica로 Back cross하면서 耐病虫性을 維持한 系統을 選拔하여 이것으로 耐冷組合에 耐病虫性을 添加시키도록 한다.

長期的 方案으로는 Japonica뿐만 아니라 Indica, Javanica 等 모든 耐冷性母本을 利用하여 germplasm의 多樣化를 꾀하며 母本別 形質別 耐冷性遺傳子를 同定하여 이들을 綜合하여 生育全期間을 安定하게 經過할 수 있게 耐冷性을 向上하고 耐病虫性을 添加하는 段階的인 過程을 提案하였다.

育種效率을 높이기 위하여 世代促進, 花粉培養과 國際協力의 必要性을 強調하였다.

引 用 文 獻

1. Abe, N., *et al.*(1978) Japan J. Breed. 28(Supple. 1): 222-223.
2. Ahn, S.B., *et al.*(1973) ORD, Res. Rep., Vol.

15 (Crop):7-14.
3. 安壽奉外(1973) 農事試驗研究報告 15 (作物) : 15-24.
4. 安壽奉(1973) 韓作誌 14:1-40.
5. Ahn, J.K., *et al.*(1981) ORD, Res. Rep. 23 Crop): 100-110.
6. Amamia, A.(1971) Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 40 (Extra issue): 209-210.
7. Chamura, S., *et al.*(1973) Niigata Agric. Sci. 25:1-9.
8. 趙正翼・裵成國(1976) 韓作誌 21:35-42.
9. 崔鉉玉・李鍾薰(1976) 韓作誌 21:203-210.
10. Chung, G.S.(1979) Report of Rice Cold Tolerance Workshop: 7-19, IRRI.
11. Futsuhara, Y. and K. Toriyama(1964) Jap. J. Breed. 14:166-172.
12. Futsuhara, Y. and K. Toriyama(1966) Jap. J. Breed. 16:232-242.
13. _____ and _____(1969) Jap. J. Breed, 19: 286-292.
14. _____ and _____(1971) Jap. J. Breed. 21:181-188.
15. 許煇(1978) 농사시험연구보고 20(작물) : 1-48.
16. Heu, M.H.,(1981) Paper Presented at IRRI Conference Apr. 27-May 1.
17. Hirano, T.(1978) Rep. Tohoku Br. Crop Sci. Soc. Japan 21: 43-44.
18. IRRI,(1981) Personal Communication.
19. Kaneda, C. and H.M. Beachell,(1971) In Rice Breeding PP. 541-545. IRRI.
20. 金奎眞外(1978) 농사시험연구보고 20(작물) : 71-78.
21. Kushibuchi, K. *et al*(1971) Rep. Tohoku Br. Crop Sci. Soc. Japan 13:28-29.
22. _____ _____(1971) Rep. Tohoku Br. Crop Sci. Soc. Japan 13:30-31.
23. _____ _____ (1971) Proc. Crop Sci. Soc. Japan 40 (Supple.):53-54.
24. ___1972. Tohoku Nogyokenkyu 13: 59-62.
25. Kwak, T.S.(1980) MS Theses, Philippine univ.
26. Lyons, J.M. *et al*(1979) Low Temp. Stress Academic Press.
27. Li, C.C.(1975) J. Agric. Assoc. China (N.S.) 92, 42-56.
28. 李鍾薰・姜在哲(1978) 韓作誌 23(2):54-60.
29. Lee, H.S. and K. Taguchi,(1969). Mem. Fac. Agric. Hokkado Univ. 7:138-146.
30. 李弘耘外(1974) 韓作誌 15:85-97.
31. 李文熙外(1977) 韓作誌 22(2):23-26.
32. Li, T.G., *et al.*(1981) ACTA Botanica Sinca 23(3): 203-207.
33. Matsumoto, S.*et al.*(1978) Rep. Tohoku Br. Crop Sci. Soc. Japan 21:41-42.
34. _____*et al.*(1979) Jap. J. Breed. 29(Supple. 1): 128-129.
35. Namioka, M., *et al.*(1975) Rep. Tohoku Br. Crop Sci. Soc. Japan 17:1-2.
36. Morimura, K. and T. Yanagawa(1980) Jap. J. Breed. 30(Supple. 1): 90-91.
37. Nishiyama, I., *et al.*(1969) Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 38:554-555.
38. Nishiyama, I.(1976) Proc. of the Symposium on Climate and Rice: 153-185, IRRI.
39. 吳潤鎭(1981) 韓作誌 26(1):1-31.
40. Park, K. and T. Tanaka,(1977) Jap. J. Crop Sci. 46(Supple. 1): 205-206.
41. 朴慶培外(1978) 韓作誌 23(1):1-4.
42. Sakai, K. and Y. Shimajaki,(1948) Kanchi Nogyo 2(2): 93-95.
43. _____,(1949) Rep. Hokkaido Agric. Exp. Stn. 42:1-46.
44. Sasaki, T. and N, Yamajaki(1970) Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 39:117-124.
45. _____ and _____(1971). Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 40:474-479.
46. _____and S. Wada(1973) Hokuno 40(8): 7-14.
47. _____*et al*(1973) J. Fac. Agric. Hokkaido Univ. 57(3): 301-312.
48. 佐佐木多喜雄(1974) 北海道立農業試驗場報告 第 24 號 : 1-90.
49. Sasaki, T. and S. Wadu(1975) Jap. J. Breed, 25:13-16.
50. _____(1979) Japan J. Crop Sci. 48:39-45.
51. Satake, T.(1979) Japan J. Crop Sci. 48(Supple. 2): 195-196.
52. Sato, K. and K. Park,(1980) Japan J. Crop Sci. 49(Supple. 2): 9-10.
53. Sawada, S.,(1978) Res. Bull. Obiniro Univ.,

Series I, 10:837-883.
54. Shibata, M(1975) Res. Hokkaido Br. Crop Sci, Soc. and Breed. Soc. 15:24.
55. _____(1976) Rep. Hokhaido Br. Crop Sci. Soc. and Breed. Sac. 16:9 and 17:3.
56. 孫在根外(1979) 육종지 11(1):58-64.
57. 鈴木正一 (1982) Jap. J. Breed. 32(1):9-16.
59. Toriyama, K. and Y. Futsuhara,(1960) Jap. J. Breed 11:143-152.
60. _____and _____(1961) Jap. J. Breed 11:191-198.
61. _____ (1962) Bull. Aomori Agric. Exp. Stn. 7:109-153.
62. _____(1978) Proc. Symposium on Clinatic Changes and Food Production: 237-243.
63. Vergara, B.S. *et al.*1976) SABRAO Jour. 8(2): 97-104.
64. Wada J., *et al.*(1972) Rep. Dohoku Br. Crop Sci. Soc. 14:18-20.
65. Yatsuyangi, S.(1960) Agric. and Horticulture 35:931-934, 1095-1098, 1425-1428.
66. Yoshida, S.,(1973) Soil Sci. Plant Nutr. 19:299-310.

討　　論

質疑 朴 來 敬(嶺南作試) : 우리나라 水稻作의 冷害는 當該年度 및 地域에 따라 다르겠으나 大體로 遲延型, 障害型 또는 複合型 冷害 等으로 나타나고 있는데 이것은 主로 水稻生育期間中의 氣温低下 및 水温低下에 依하여 起因되고 있으나, 最近 밝혀진 바에 의하면 東海岸地域의 水稻作 冷害様相은 本畓 全生育期間을 통한 氣温 및 水温의 慢性的인 低下와 함께 東海強風에 의한 葉面水分蒸發의 過多와 東海寒流에서 傳導되어 오는 것으로 推定되는 地温(土壤温度)의 低下 等이 冷害를 더욱 加重시키고 있을 뿐 아니라 冷害頻度를 더 많게 하고 있으므로 內陸 및 山間高冷地와는 달리 사뭇 複雜한 冷海様相을 띠고 있는 바 이와 같은 冷害條件下에서 適應性이 높으면서 耐冷安全多收性인 品種育成을 爲하여 보다 效率的인 水稻育種上의 方法 및 對策에 관한 要點을 말씀하여 주시기 바랍니다.

答辯 許 文 會 : 東海冷潮風地帶에서의 水稻栽培期間의 氣温 및 地温의 様相은 잘 알지 못하고 있으므로 이런 生態條件에 適應할 수 있는 具體的인 耐冷性品種의 모양이나 이런 地帶에 對處할 栽培的 方案은 말할 수 없지만 이런 地帶에 栽培할 品種을 굳이 育成해야만 할 것이라면 우선 一般系 品種으로 現存하는 品種보다 約 10日 빨리 出穗하는 日本東北地方品種에다 長毛形質(long hairyness)를 添加해 보면 어떨지 대개 바람이 甚한 地方의 品種들은 長毛를 가지고 있고 Himalaya의 高冷地品種들은 長芒인데 長毛와 다른 栽培形質과의 相關은 研究된 바가 적은 것으로 알고 있고 Germplasm bank에서 長毛를 가진 品種을 골라 試驗해 보면 確實한 方向을 알 수 있을 것으로 생각됩니다.

質疑 朴 錫 洪(湖南作試) : 1970年까지만 하여도 우리나라 쌀 10a當 生産量은 330kg에 不過하였으나, 耐病, 耐虫多收性인 統一系品種育成과 이에 대한 栽培技術의 普及으로 1977年에는 494kg이라는 世界 最高의 生産을 記錄한 바 있읍니다. 따라서 우리는 新品種의 多收性과 耐病性을 維持하면서 耐冷性을 導入한 品種育成에 目標를 두고 있읍니다만은 어려움이 많은 것 같습니다. 許文會 先生님께서는 이에 대한 많은 研究를 하신 것으로 알고 있는데, 耐冷性品種育成을 爲한 選拔方法, 耐冷性檢定方法 等 育種的인 面에서 말씀하여 주시면 感謝하겠읍니다.

答辯 許 文 會 : 耐冷性檢定方法에 관해서는 이미 國內外에서 報告된 여러가지 方法을 提示했으므로 省略하고 우리나라에서 現在 實施하고 있는 發芽檢定 幼苗檢定, 春川冷水圃場檢定 그리고 Phytotron에서의 精密檢定 等으로 우리가 아쉬워 하는 檢定을 할 수 있을 것으로 믿습니다. 보다더 能率的인 것을 希望한다면 IRRI와의 協力으로 Banaue, Kathmandu, Kashimir 等地에서 檢定한 Data나 系統을 利用할 수 있으면 좋을 것 같습니다.

選拔方法에 관해서는 幼苗期耐冷性도 成熟期耐冷性도 優性으로 分離한다는 事實을 念頭에 두고 Backcross로 組合數와 系統數를 줄이고 그대신 播種 및 移秧期를 3回 程度로 하여 相異한 低溫에서 系統選拔을 하면 每世代 놓치지 않고 耐冷選拔이 可能할 것으로 생각됩니다. 參考로 Nepal에서의 經驗을 紹介하면 標高가 1,300 m, 1,700m, 2,100m되는 Kathmandu, Palung 및 Daman에서 同一苗를 同一日字에 移秧하고 그들 品種을 Kathmandu에서 5月 1日, 6月 1日, 7月 1日 播種하여 30日苗를 移秧하였더니 同一品種이 이들 圃場에서 特異하게 表現되어 品種의 氣象生態反應을 잘 알 수 있었읍니다. 그리고 母本選定에 관해서는 앞에서 論議했지만 지금 우리가 便宜上 쓰고 있는 sd草型外에 다른 草型의 誘導도 硏究해 볼 必要가 있지 않나 생각합니다.