

水稻 旱魃抵抗性 品種 選拔에 관한 研究

I. 幼苗期 耐旱性 品種 選拔

嶺南大學校 農畜產大學

徐 學 洙

Studies on Screening Rice Cultivars for Drought Resistance

I. Screening at Seedling Stage

Hak Soo Suh

College of Agriculture Yeungnam University, Kyongsan, Korea

ABSTRACT

Seven hundred and forty eight rice cultivars were screened for drought tolerance at seedling stage in a special green house. A number of cultivars such as Wonkiljo, Hanyangdo, YR 52-BF₇-67, Satominori, Mamoriaka, Akanomochi 114, Takeberimochi, IR 937-55-3, IR 2735-F₃B-6-2, IR 2871-53-2, BPI76⁹/Dwan, Khoo Dook Mali-4-2-105, Os 6, Palawan, IRAT 10, TOS 2583 and H-105 seemed to be tolerant to drought at seedling stage. There was negative correlation between drought resistance score and growth of plant height and water content of culm and leaf after drought treatment, and highly positive correlation between resistance to blast and resistance to drought at seedling stage. There was no relationship between drought resistance and germination speed, plant height before drought treatment.

緒 言

水稻 및 陸稻의 耐旱性에 關한 研究는 最近 國際米作研究所를 中心으로 활발히 進行되고 있는데 耐旱性의 機構가 複雜한 것으로 報告되고 있다!^{5,7,10,13} 지금까지 究明된 바로는 耐旱性은 早熟性으로 因한 escape型, 뿌리의 活力으로 因한 avoidance型 및 植物 組織 自體의 耐性으로 因한 tolerance型 等으로

區分되고 있다.¹⁰

耐旱性을 檢定하는 方法으로는 自然狀態의 圃場條件에서 檢定하는 方法?¹ pot 試驗法,^{2,6} 溫室內에서 檢定하는 方法,^{8,9} 뿌리가 뽑힐 때 소요되는 힘으로 檢정하는 方法,⁹ 한발처리 후 회복되는 정도로 檢정하는 方法^{2,3} 등이 報告되고, 室內檢定法으로 CaCl₂ 용액 內에서 幼苗가 發育되는 程度로서 耐旱性을 檢定하는 方法,⁷ Proline 함량으로 耐旱性을 檢정하는 方法⁸ 등이 報告되고 있다. Pot에서 檢定한 結果와 圃場에서 耐旱性을 檢定한 結果는 一致하지 않고² 溫室內 幼苗檢定과 人工氣象室에서 檢定한 것과는 높은 相違이 있는 것으로 報告되고 있다. 國際米作研究所에서는 溫室內 幼苗檢定과 圃場檢定을 병행하여 耐旱性 母本과 耐旱性 系統을 選拔하고 있다.^{7,8,9} 그外 耐熱性 및 耐冷性과 耐旱性과 相違이 있다고 報告되고 있으나^{4,5} 品種選拔에 實用化되지 못하고 있다.

水稻 및 陸稻品種들에 關한 耐旱性을 檢定한 報告로서 Oka 등은¹² Indica 品種이 Japonica 品種보다 耐旱性이 強하다고 하였고, Morishima 등은¹¹ 야생종이 재배종보다 強하다고 하였다. 陸稻가 水稻에 比해 耐旱性은 強하나 한발 후 회복능력은 水稻가 陸稻보다 強하다고 報告되고^{2,3} 水稻는 논상태에서 陸稻는 밭 상태에서 收量이 많다는 報告도 있으나¹⁴ 水稻 中에도 耐旱性이 比較的 強한 品種들이 報告되고 있다.^{7,8,9}

우리나라 水稻栽培에 문제점 中의 한가지는 移秧期 前後와 8月초중순의 旱魃로 因해 安全栽培가 尙상 위협받고 있다는 點이다. 本研究는 우리나라 기후조건에서 栽培될 수 있는 品種 中에 耐旱性이 強한 것을 選拔코자 遂行되었다.

本 研究는 産學協同財團의 支援에 의해 이루어진 것으로 關係機關에 깊은 感謝를 드리고 本研究에 많은 助言을 하여 주신 李段雄博士님과 許文會博士님께 感謝드립니다.

材料 및 方法

本 實驗은 1978年 嶺南大學校 農畜産大學에서 韓國在來品種 310, Indica/Japonica 品種 및 系統 174, 日本品種 123, 國際米作研究所로부터 導入한 141 品種 도합 748 品種 및 系統을 供試하여 遂行되었다. 폭 1 m, 길이 11 m, 깊이 1 m인 2個의 콘크리트 탱크를 만들고 바다에 4 cm 직경의 PVC 파이프를 각각 두 줄로 장치하고 50 cm 간격으로 구멍을 뚫어 아래로부터 관배수가 가능하도록 하고, 자갈과 모래를 30 cm 깊이로 넣고 그 위에 발흙을 70 cm 깊이로 채워서 耐旱性檢定床으로 이용하였다. 빗물을 막기 爲해 비닐하우스를 만들고 통풍에 유의하였다. 8月 1日에 畦間거리 15 cm로 품종당 20 cm 길이로 條播하고 반복은 없었다. 파종후 20일간은 PVC 파이프를 통한 地下관수와 지표면의 살수로 토양습도가 포화상태가 되도록 하였고, 파종후 20일부터 10일간은 표면 살수는 중지하고 地下관수만 하면서 배수파이프의 높이를 서서히 낮추어가다가 파종후 30일부터는 완전 斷水하였다. 斷水후 40일에 각 품종들의 萎凋程度(R.M.R. I. M.S. S), 草長, 草長伸長, 草長伸長率, 잎도열병 발병정도(1~5) 등을 調査하였다. 代表的인 21個 品種에 관해서는 生體重, 乾物重 및 水分含量을 調査하여 萎凋程度와의 相關을 調査하였다. 施肥는 질소, 인산, 칼리 각각 12 kg/10a 수준으로 全量 基肥로 施用하였다. 播種한 다음 4일 후에 發芽된 상태를 1~5 등급으로 區分하여 發芽速度로 간주하여 조사하고 耐旱性과의 關係를 檢討하였다.

結果 및 考察

1. 品種群別 旱魃反應 比較

①發芽速度

表 1에서와 같이 國際米作研究所로부터 導入한 品種들과 Indica/Japonica 品種들은 Japonica인 韓國在來種이나 日本品種들보다 發芽가 빨랐다. 大部分이 Indica인 국제미작연구소(IRRI) 도입종들과 Indica/Japonica 品種들은 一般的으로 高溫조건에서 Japonica 品種보다 發芽初期의 成長速度가 빠른 것으로 생각된다.

② 旱魃處理前 草長

土壤水分이 포화상태인 條件에서 30일간 자란 幼苗의 草長을 品種群別로 比較하면 IRRI 導入種과 韓國在來種의 草長이 가장 컸고 日本導入種의 草長이 가장 작았다. 이것은 8月의 高溫期에 발狀態로 자랐을 때의 結果인데 조건이 달라질 경우에도 반드시 같은 結果가 나올 것으로 생각되지는 않는다.

③ 旱魃處理後의 草長

30日間 토양수분이 충분한 條件으로 栽培하다 40일간 斷水한 後 各 品種群別로 草長, 旱魃期間中 成長量, 成長率 등을 나타낸 것은 表 1에서와 같다. 旱魃處理前에도 IRRI 導入種과 韓國在來種의 草長이 가장 컸었는데 旱魃處理後에도 역시 이들의 草長이 가장 컸다. 그러나 日本導入種들의 草長을 Indica/Japonica 品種들보다 處理前에 비해 훨씬 컸다. 旱魃期間中에 伸長된 量은 Indica/Japonica 품종은 10.4 cm인데 비해 日本品種이 20.7 cm로 약 2배나 되었다. IRRI 導入種은 18.0 cm 韓國在來種은 17.8 cm로 日本品種들보다는 다소 적으나 Indica/Japonica 品種들에 비하면 伸長量이 훨씬 컸다. 한발치리기간 중 草長의 伸長率은 日本導入種이 75.5%로 가장 높았고 Indica/Japonica 品種은 34.9%로 가장 낮았다.

④ 萎凋程度

萎凋程度를 1~5로 보아서 調査할 경우 IRRI 導入種은 2.1로 가장 萎凋가 적었고 그 다음은 日本導入種(2.5), Indica/Japonica 種(2.7) 및 韓國在來種(3.8) 順으로서 韓國在來種의 萎凋가 가장 심했다. 이러한 結果는 Indica 品種이 Japonica 品種보다 耐旱性이 強하다는 報告¹²⁾와 비슷한 結果라 생각된다. 韓國在來種의 萎凋程度가 特히 컸던 것은 한발로 인한 道열병의 발병이 特히 韓國在來種에 甚했는데 이로 인한 枯死도 萎凋로 간주되었기 때문이다. 旱魃이 계속되면 各種 抵抗性이 弱화되는데 特히 道열병의 發生이 심하게 되는 것 같다. 耐旱性 自體는 強하다고 하더라도 2차적인 病에 弱하면 소용 없으므로 耐旱性 品種은 耐旱性과 耐稻熱病性을 比較해야 할 것으로 생각된다.

⑤ 稻熱病

旱魃處理期間中 Vinyl House內的 空氣濕도가 比較的 높았으므로 葉稻熱病의 發病이 심했는데 特히 韓國在來種이 가장 심했고(4.3), Indica/Japonica (3.0), 日本種(2.8) 및 IRRI 導入種(2.3) 順이었다.

Table 1. Comparison of some characteristics of rice cultivars grown unirrigatedly for 40 days from 30 days after seeding .

Cultivars	Germination	Plant height		Growth	Growth	Drought*	Blast*	No. of Cultivars
	speed (1-5)	before stress (cm)	after stress (cm)	under stress (B)	ratio (B/A)	resistance score (1-5)	reaction (1-5)	
Korean native cul.	2.1 ^{**}	34.3 ^a	52.1 ^a	17.8 ^b	51.9 ^b	3.8 ^a	4.3 ^a	310
Indica / Japonica	2.3 ^a	29.8 ^b	40.2 ^c	10.4 ^c	34.9 ^c	2.7 ^b	3.0 ^b	174
Japanese cul.	1.3 ^c	27.4 ^c	48.1 ^b	20.7 ^a	75.5 ^a	2.5 ^b	2.8 ^b	123
IRRI cul.	2.3 ^a	34.8 ^a	52.8 ^a	18.0 ^b	51.7 ^b	2.1 ^c	2.3 ^c	141
Pooled	2.1	32.2	48.8	16.6	51.8	3.0	3.3	748

* score 1 is good and 5 is poor.

** a, b and c designate statistical difference.

2. 幼苗期 耐旱性 品種 選抜

30 일간 포화상태의 토양수분에서 자라던 品種들을 관수를 중지하고 40 일간 斷水한 다음 각 品種들의 萎凋狀態를 보면 表 2에서와 같이 供試된 748 個 品種 중에 R 反應이 40 品種으로 5.3%, MR 이 6.8%, I 가 19.4% MS 가 17.1%, S 가 51.3%로 耐旱性(R 과 MR)이 12.1% 感受性(MS와 S)

이 68.4% 中間程度(I)가 19.4%였고 耐旱性品種과 感受性品種의 區分이 명확해 졌다(그림 1). 本實驗에 供試된 品種 중에서 耐旱성이 큰 品種으로는 元吉租, 漢陽稻, YR-52-BF-67, Satominori, Mamoriaka, 赤野糯 114 號, 竹紅糯, IR 937-55-3, IR 2735-F₃B-6-2, IR 2871-53-2, BPI 76⁹/Dwan, Khoo Dook Mali-4-2-105, Os6, Palawan, IRAT10,

Table 2. Drought resistance response of 748 rice cultivars unirrigatedly grown for 40 days from 30 days after seeding

Cultivars	Drought reaction					Total
	R	MR	I	MS	S	
Korean native cultivars	3	1	21	29	256	310
Indica / Japonica	8	17	59	39	51	174
Japanese cultivars	6	10	26	35	46	123
Cultivars from IRRI	23	23	39	25	31	141
Pooled (%)	40 (5.3)	51 (6.8)	145 (19.4)	128 (17.1)	384 (51.3)	748 (100)



Fig. 1. The rice cultivar TOS 2583 (from IITA) and wonkiljo (Korean native) remain relatively healthy while surrounding cultivars have withered and died.

TOS 2583 및 H-105 등이 있었다. 이들 品種中 IRRI導入品種들은 大部分 耐旱성이 강한 것으로 이 미 報告된^{6,7,8,9)} 것들이지만 元吉租, 漢陽稻(以上 韓國在來種), YR 52-BF-67 (韓國育成種), Satominori, Mamoriaka, 赤野糯 114 號 및 竹紅糯(以上 日本品種) 등은 本 研究結果 究明된 耐旱性 品種들이다. IRRI導入品種 중에서 IR 8/carreon, IR 1646-623-2, IR 1592-430-3, IR 1754-F₃B-22, IR 2003-97-7-4-2 및 IR 2042-116-3 등의 品種들은 IRRI에서는 耐旱성이 큰 것으로 選拔되었으나 우리나라 條件下에서 幼苗期 抵抗성이 強하지 못하였다.

3. 旱魃下에서의 生育特性和 耐旱性과의 關係

旱魃處理後 各 品種들의 耐旱性(萎凋程度)과 發芽速度, 處理前草長, 處理後草長, 旱魃期間中 草長伸長程度, 草長伸長率 및 稻熱病 發病程度. 等과의 相關關係를 調査한 結果는 表 3과 같다. 發芽速度 處

Table 3. Correlation between drought resistance score and some characteristics of 748 rice cultivars unirrigated at 30 days after seeding for 40 days.

Relationship between	Cultivar groups				
	I	II	III	IV	Pooled
Germination speed and drought response	0.038	-0.022	-0.115	0.046	-0.037
Plant height before stress and drought response	0.058	0.093	0.172	0.046	0.054
Plant height after stress and drought response	0.149**	-0.358**	-0.219*	-0.288**	-0.103**
Growth under stress and drought response	-0.441**	-0.390**	-0.340**	-0.441**	-0.299**
Growth ratio and drought response	-0.406**	-0.327**	-0.270**	-0.424**	-0.307**
Blast reaction after stress and drought response	0.797**	0.750**	0.777**	0.801**	0.830**
No. of cultivars (n)	310	174	123	141	748

I; Korean native cultivars

III; Japanese cultivars

II; Indica / Japonica cultivars

IV; Cultivars from IRRRI

* 5% level significant

** 1% level significant

理前草長과 耐旱性과는 전혀 相關이 없었으나 旱魃處理後草長, 旱魃期間中 草長伸長量 및 伸長率과 耐旱性程度(낮은 숫자는 抵抗性, 높은 숫자는 感受性)와는 高度의 負의 相關이 認定되었다. 이 中에서 特히 各 品種群內에서 草長伸長量과 耐旱性과의 相關이 가장 높았는데 幼苗期 耐旱性を 나타내는 客觀的인 數値로서 旱魃處理後 草長伸長量으로 表示하여도 可能할 것으로 생각된다.

旱魃處理期間中 稻熱病 發病程度와 耐旱性과는 높은 正의 相關이 認定되었는데 이것은 耐熱性⁵⁾ 및 耐冷性⁴⁾ 등과 耐旱성과 關係가 있다는 報告와 더불어 檢討해볼만한 것으로 생각된다.

21個 品種들에 關해서 旱魃處理後에 地上部 生體重, 乾物重 및 水分含量과 耐旱性과의 相關을 調査해 본 結果는 그림 2, 그림 3, 그림 4에서와 같이 $r = -0.75$, $r = -0.71$ 및 $r = -0.86$ 으

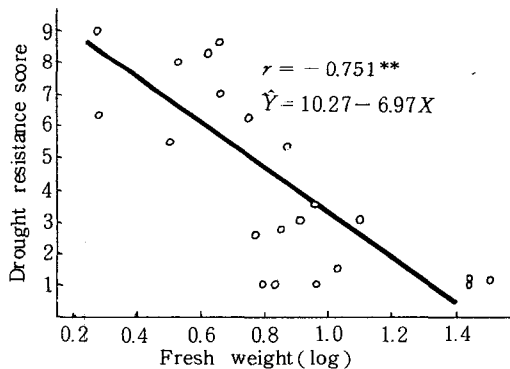


Fig. 2. Relationship between fresh weight and drought resistance score (1 = good, 9 = poor) of rice cultivars treated by drought stress at 30 days after seeding for 40 days.

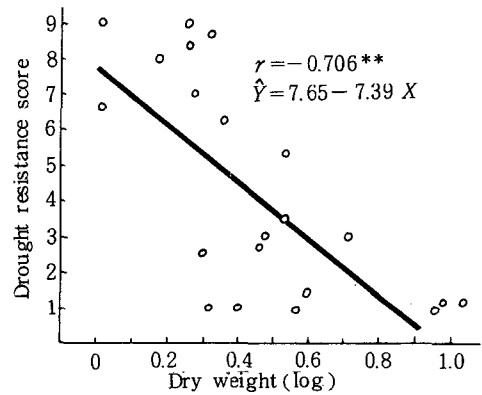


Fig. 3. Relationship between dry weight and drought resistance score (1 = good, 9 = poor) of 21 rice cultivars treated by drought stress at 30 days after seeding for 40 days.

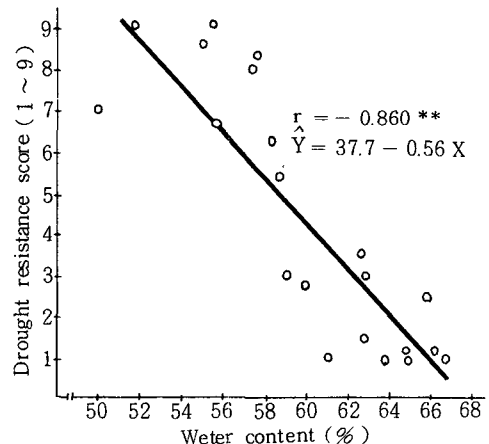


Fig. 4. Relationship between water content and drought resistance score (1 = good, 9 = poor) of 21 rice cultivars treated by drought stress at 30 days after seeding for 40 days.

로서, 모두 높은 相關이 認定되었다.

摘 要

748 개의 벼 品種을 播種하여 土壤水分이 포화된 상태로 30 일간 栽培한 후 40日間 斷水하여 旱魃을 助長한 다음 各 品種들의 旱魃에 對한 反應을 檢定한 結果는 다음과 같다.

1. 旱魃處理期間 中 草長의 伸長程度는 日本品種들이 가장 컸고 IRRI 導入品種, 韓國在來品種 및 Indica/Japonica 品種 順이었다.

2. 旱魃處理後의 萎凋程度는 IRRI 導入 品種들이 가장 輕微하였고 日本導入品種, Indica/Japonica 品種 및 韓國在來品種 順이었다.

3. 幼苗期 耐旱性品種으로 元吉租, 漢陽稻, YR 52-BF₇-67, Satominori, Mamoriaka, 赤野糯114號, 竹紅糯, IR 937-55-3, IR 2735-F₃B-6-2, IR 2871-53-2, BPI 76⁹/Dwan, Khoo Dook Mali-4-2-105, Os 6, Palawan, IRAT 10, TOS 2583 및 H-105 등이 選拔되었다.

4. 旱魃處理後의 草長, 草長伸長量 및 草長伸長率과 萎凋程度와는 높은 負의 相關이 認定되었다.

5. 旱魃處理後의 地上部 生體重, 乾物重 및 水分含量과 萎凋程度와는 높은 負의 相關이 認定되었고 특히 水分含量과 萎凋程度와의 상관이 높았다($r = 0.860$, $n = 21$).

6. 旱魃處理後의 稻熱病發病과 萎凋程度와는 높은 正의 相關이 認定되었다.

7. 發芽速度 및 處理前草長(30日苗)과 耐旱性과는 相關이 없었다.

引用文獻

1. Chang, T. T., Lorest and O. Tagumpay. 1972. Agronomic and growth characteristics of upland and lowland varieties. Rice Breeding. IRRI. Los Banos Philippines. p. 646 - 661.
2. Chang, T. T., and B.S. Vergara. 1972. Ecological and genetic information on adaptability and yielding ability in tropical rice varieties. P. International Rice Research Institute, Rice Breeding. Los Banos, Philippines. P. 431 - 435.
3. Chang, T. T., G.C. Lorest, and O. Tagumpay. 1974. Screening Rice germplasm for drought resistance. SABRAO J. 6 (1) : 9 - 16.
4. Hasegawa, S. 1963. Upland Rice (in Japanese). Y. Togari, ed. The rice plant. Crop Sci. Ser.

Yokendo, Tokyo. Vol. I. P. 1 - 124.

5. International Rice Research institute. 1973. Annual report for 1973. Los Banos, Philippines.
6. International Rice Research Institute. 1974. Annual Report for 1973. Los Banos, Philippines. 266 p.
7. International Rice Research Institute 1975. Annual Report for 1974. Los Banos, Philippines. 384 p.
8. International Rice Research Institute. 1976. Annual Report for 1975. Los Banos, Philippines. 479 p.
9. International Rice Research Institute. 1977. Annual Report for 1976. Los Banos, Philippines. 418 p.
10. Levitt, J. 1972. Response of plants to environmental stress. Academic Press, New York and London. 679 p.
11. Morishima, H., K. Hinata, and H. I. Oka. 1962. Floating ability and drought resistance in wild and cultivated species of rice, Indian J. Genet. Plant Breed. 22 : 1 - 11.
12. Oka, H. I., and Y. C. Ru. 1957. Studies on drought resistance in rice varieties. J. Agric. Assoc. China. 18 : - 7 - 17.
13. O'Toole, J. C. and T. T. Chang. 1978. Drought and rice improvement perspective, IRRI Research Paper Series No. 14.
14. 尹象鉉, 金容在, 崔元烈, 安獎淳. 1976. 水稻 밭 栽培에 關한 研究 韓作誌 21(1) : 1 - 8.

Summary

Seven hundred and forty eight rice cultivars were screened for drought tolerance in a special green house. It had two concrete tanks, each 11 × 1 × 1 m. The screening tank contained 0.7m-deep upland soil placed on 0.3 m-deep sand and gravel. Irrigation was controlled with PVC pipe (diameter 4 cm) at bottom and with spray on soil surface. Soil moisture was continued saturation 30 day after seeding, than irrigation was paused for 40 day.

The reaction of plant growth, water content of culm and leaf, blast reaction and germination

speed were studied. The results are summarized as follows;

1. The growth length and growth ratio of Japanese cultivars after drought treatment was largest and than followed cultivars from IRRI, Korean native and Indica/Japonica.

2. The drought resistance score of IRRI cultivars was most resistant and followed Japanese, Indica/Japonica and Korean native cultivars.

3. A number of cultivars seemed to be tolerant to drought at seedling stage. These were Wonkiljo, Hanyangdo, YR 52-BF₇-67, Satominori, Mamoriaka, Akanomochi 114, Takebenimochi, IR 937-55-3, IR 2735-F₃B-6-2, IR 2871-53-2, BPI 76^g/Dwan, Khoo Dook Mali-4-2-105, Os6, Palawan, IRAT10, TOS 2583 and and H-105.

4. Negative correlation was found between the visual drought resistance score and growth of plant height after drought treatment.

5. Highly negative correlation was found between the visual drought resistance score and fresh and dry weight and water content of culm and leaf of rice plant after drought treatment.

6. Highly positive relationship was found between visual drought resistance score and blast resistance score after drought treatment.

7. There was no relationship between germination speed, plant height before drought treatment and visual drought resistance score.