

벼 耐旱性에 關與하는 生態 및 形態的인 特性的의 品種間 差異

崔相鎮* · 朴來敬**

作物試驗場* · 嶺南作物試驗場**

Varietal Difference in Ecological and Morphological Characteristics Affecting Drought Tolerance

Choi, S. J.* and R. K. Park**

*Crop Experiment Station, Suweon,**

*& Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang, Korea***

ABSTRACT

Five of each lowland and upland rice varieties were planted in a seedling box with three replications of randomized complete block design and it was desiccated up to complete water stress in certain leaf stage. The desiccated rice plants were supplied with water again to check survival ability of rice plant from wilting.

All of the lowland varieties which showed lower yield in upland condition were superior to upland varieties in recovery ability from desiccation. Some of the morphological characteristics in relation to the recovery ability also were discussed.

緒 言

벼 栽培에 있어서 旱魃로 인한 被害는 水害, 風害 및 冷害 등과 같이 豫期하지 못하는 氣象災害中的의 하나로 가끔 問題가 되어 왔다.

벼가 旱魃을 당하면 萎凋가 나타나며 酷하면 枯死하게 되는데 品種에 따라 抵抗性的의 差異가 크다. 一般的으로 陸稻는 水稻에 比하여 旱魃에 견딜성이 큰 것으로 알려져 있는데 이에 關與하는 要因은 여러가지이고 遺傳的으로도 單純하지 않은 것으로 解析을 하고 있다.

旱魃에 견딘다는 것은 벼에 萎凋가 比較的 늦게 나타나는 경우와 同時에 나타나도 條件이 好轉되었을 때 回復이 빨리 되는 두가지 境遇가 있다. 崔等⁴⁾에 依하면 논栽培에서는 水稻가, 밭栽培에서는 陸稻가 더 많은 收量을 내었다고 하였고, De Datta 等⁶⁾은 耐旱性이 陸稻品種의 收量과 關聯된 가장 重要한 要素라고 하였으므로 陸稻는 水稻에 比하여 耐旱性이 강한 것으로 推測이 되나 Yoshida 等¹¹⁾은 旱魃에 依한 萎凋에서 生育의 回復力이 水稻보다 陸稻가 弱하다고 하여 耐旱性과 萎凋後 再生力과는 一致되지 않는 境遇도 있음을 報告하고 있다.

水稻와 陸稻 사이에는 生理生態的인 差異가 있는 것이 分명한데 이 差異를 耐旱性과 結付시키려는 研究가 많이 이루어 졌다. 즉 地上部의 特性에서³⁾ 또는 뿌리 發達의 差異^{1, 5, 7, 8, 9)} 等 主로 形態的인 差異가 陸稻의 耐旱性을 增加시킨다는 報告가 있으며, 植物體內 物質의 差異가 代謝作用에 影響한다는 報告¹⁰⁾도 있다.

本試驗에서는 벼의 耐旱性에 關與하는 生態 및 形態的인 特性을 究明하기 위하여 水稻와 陸稻品種을 가지고 室內에서 乾燥處理後 再生力을 比較하고 其他 이에 關聯되는 外部形質과의 關係를 調査하였다.

材料 및 方法

使用된 品種은 表 1 에서와 같이 水稻와 陸稻 各 5 品種 씩으로 水稻中에서 振興과 再建은 日本型 品種

Table 1. Varietal and agronomic characteristics of materials used for this studies.

Variety	Plant type	Group	Height*	Yield in brown rice(kg/10a)	
				Lowland	Up land
Jinheung	Japonica	Low land	84 cm	622	224
Jaekeon	"	"	89	550	169
Suweon 225	Indica	"	78	576	291
Suweon 237	"	"	58	433	149
Suweon 242	"	"	53	486	261
Ungbonmijangna	Japonica	Up land	93	380	326
Sangju	"	"	97	399	330
Yaseolgina	"	"	89	374	342
Sedagaeseon	"	"	97	371	337
Nonglimna 1	"	"	99	416	322

* Measured at maturity from normal culture in lowland condition.

이고 水原 237 號와 水原 242 號는 印度型 品種이었으며 陸稻는 韓國在來種과 日本品種으로 構成되었다.

1. 乾燥處理後 再生力の 品種間 差異

育苗床에서 本葉 3 葉期の 苗를 48×38×10 cm 를 플라스틱 箱子에 區當 5 個體씩 完全任意配置 3 反復으로 移植하고 물이 담긴 温室의 栽培床에 놓아 箱子 밑면의 구멍으로부터 水分이 吸收되도록 하였다. 施肥는 N-P₂O₅-K₂O 가 15-10-10kg/10a가 되게 基肥 및 追肥로 分施하여 生育狀態에 따라 調節하였다.

乾燥處理는 一定葉期가 되었을때 箱子를 물에서 들어 내어 여름철 高温乾燥條件의 温室內에서 自然乾燥시켰다. 乾燥에 所要된 期間은 氣象條件에 따라 4~6일이 걸렸으며 灌水直前 벼의 乾燥程度는 잎과 줄기가 完全히 시든 後 1~2일을 더 經過시켰고 이때의 土壤水分은 7%였다. 벼의 乾燥後 再生能力調查는 灌水後 1일에 萎凋로부터 回復된 葉數와 그후 8일 및 16일에 새로 나온 葉數를 調査하여 乾燥後의 生育進展狀態를 보았으며 葉期別로 處理하여 乾燥로부터 回復된 生葉數를 處理前 生葉數에 對한 比率로 求하여 回復率로 하였다.

2. 乾燥處理後의 再生力과 地上部 및 地下部 形態와의 關係

葉面積과 乾燥後 再生力과의 關係를 求하기 위한 試驗에서 葉面積 測定은 잎을 따내야 되므로 乾燥處理區에서는 할 수가 없었고 處理區와 同一한 樣式으로 栽培된 對照區에서 調査하였으며, 一次로 草長과

葉面積과의 關係를 求하였고-이것을 根據로 다음에 草長과 灌水後 生葉數 및 回復率과의 關係를 求하였다.

뿌리의 發育特性을 調査하기 위하여는 모래와 培養液으로 채워진 內徑 10cm, 길이 123cm인 標本瓶에 5葉期の 苗를 移植하고 拔狀態와 같게 하기 위하여 水分供給을 除限하였으며 最高分蘗期頃에 수도물 호-스로 모래를 흘려내고 뿌리를 傷하지 않게 採取하여 特性을 調査하였다.

試驗 結果

1. 乾燥處理後 再生力の 品種間 差異

1) 出葉速度的 差異

乾燥處理에 依하여 萎凋가 甚하게 나타난 벼에 灌水한 후 이의 回復程度와 時日의 經過에 따라 新葉出現狀態를 品種別로 調査한 結果는 圖 1에서와 같다. 處理前의 生葉數는 水稻나 陸稻 모두 3個 前後였는데 乾燥處理後 灌水에 依하여 回復된 葉數는 水稻가 陸稻에 比하여 많았고 水稻中에도 水原 237號이나 水原 242號와 같은 印度型 品種은 日本型 品種에 比하여 回復葉數가 많았다.

한편 그후 時日이 經過되면서 生育進展樣相을 灌水 1日, 8日 및 16일에 各各 調査한 결과 모든 品種에서 거의 비슷한 比率로 增加하였다. 이는 一時的인 旱魃被害가 그후의 生育에 加重的인 抑制效果가 나타나지 않았음을 뜻하였다.

2) 生育段階別 生育回復率의 差異

生育의 初期, 中期 및 末期에 各各 乾燥處理를 하

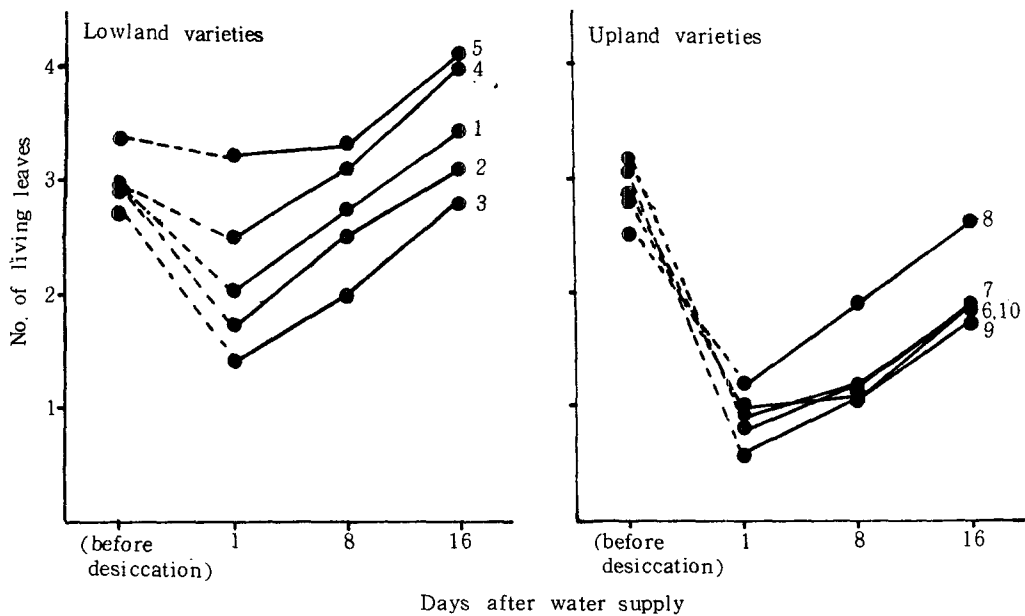


Fig. 1. Comparison of recovery and leaf emergence after water supply from desiccation between lowland and upland rice varieties

Note : 1. Jihheung 2. Jaekeon 3. Suweon 225 4. Suweon 237 5. Suweon 242 6. Ungbonmijangna 7. Sangju 8. Yaseolgina 9. Sedagaeseon 10. Nonglimna 1

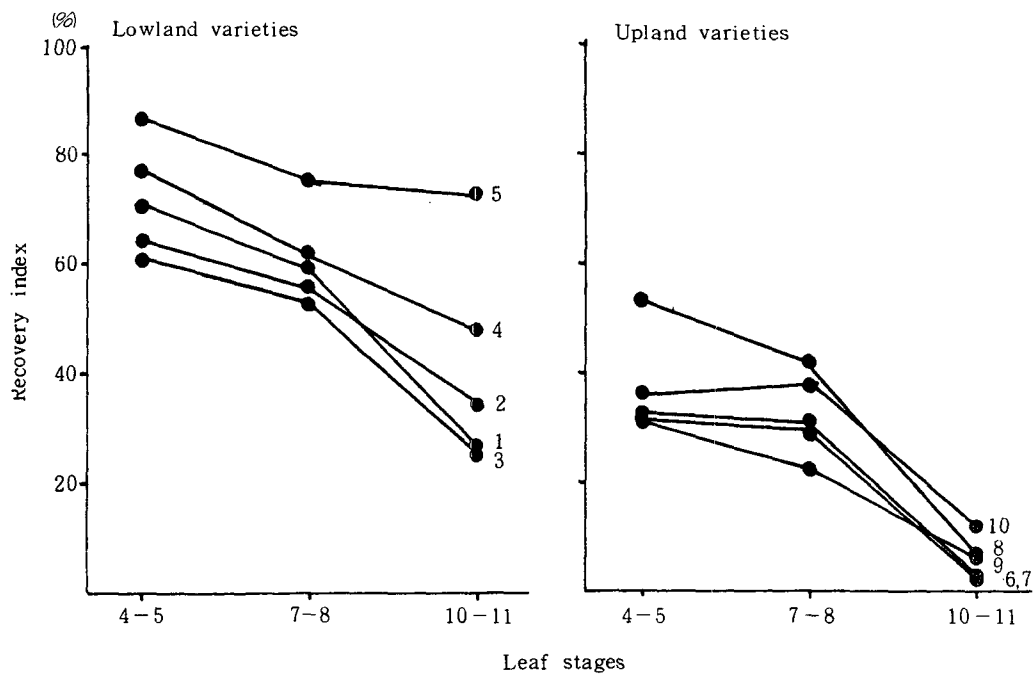


Fig. 2. Comparison of recovery index from desiccation treated at leaf stages of 4 to 5, 7 to 8 and 10 to 11 respectively between lowland and upland varieties

였을 때 灌水에 依한 回復能力의 時期別 差異와 이의 品種間 差異를 比較하여 보면 圖 2와 같이 水稻와 陸稻 모두 4~5 葉期에서 回復率이 가장 높았고 다음이 7~8 葉期였으며 10~11 葉期에 가장 낮아 生育 段階가 進展됨에 따라 回復力은 減退하였다.

水稻와 陸稻를 比較하여 보면 水稻가 陸稻보다 어느 時期에서나 높은 回復率을 나타내었는데 水稻中에도 水原 237 號, 水原 242 號와 같은 印度型 品種은 日

本型 品種보다 높았으며 그중에서도 水原 242 號는 顯著히 높았다.

한편 同一한 個體에 繼續해서 여러번 乾燥處理를 하였을 때 回復狀態가 어떻게 變化되는가를 보기 위하여 6~7, 8~9 및 10~11 葉期の 3 회에 걸쳐 萎凋를 誘發시키고 다시 灌水하였을 때 回復程度는 圖 3과 같이 水稻는 陸稻보다 回復率이 全般的으로 높았다. 여기에서도 앞의 1 回만 處理한 경우와 마찬가지로

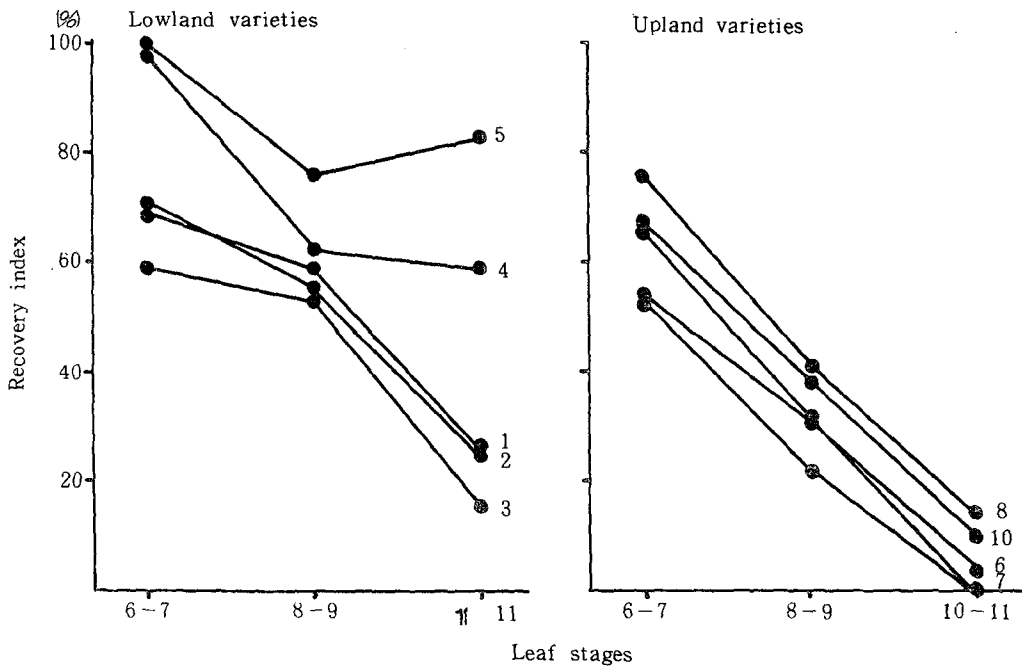


Fig. 3. Comparison of recovery index from three successive desiccations at 6 to 7, 8 to 9 and 10 to 11 leaf stages between lowland and upland varieties

지로 印度型 品種이 日本型 品種보다 回復率이 越等히 높았으며 이중에 水原 242 號는 어느 時期에서나 가장 높아서 旱魃被害가 가장 輕微하게 나타난 品種이었다.

2. 乾燥處理後의 再生力과 地上部 및 地下部 形態와의 關係

1) 草長과 葉面積이 再生力에 미치는 影響

表 1에서와 같이 水稻는 陸稻보다 키가 짧고 水稻中에서도 印度型 品種은 더 짧았는데 이 키가 萎凋에 影響하였는가를 보기 위하여 草長과 기타 特性과의 相關關係를 求하여 본 結果 表 2와 같았다. 對照區에서 調査된 草長과 葉面積과의 關係는 同一品種內에

個體間이나 品種間에 모두 正의 높은 有意性을 나타내어 草長이 길면 葉面積이 넓은 것을 알 수 있다.

다음 乾燥處理區에서 草長과 萎凋後의 生葉數 및 回復率과의 相關係數를 보면 品種內의 個體間에는 品種에 따라서 약간의 有意性이 있는 것도 있었으나 一定한 傾向은 없었고 品種間에는 負의 낮은 有意相關이 있었다. 이것은 草長이 길면 乾燥後 再生力이 낮아 旱魃의 被害가 甚한 것으로 解析이 되는데 陸稻는 水稻보다 草長이 길어서 再生力이 낮은 것이 아닌가 보고 다음에는 葉을 切除하여 葉面積을 거의 비슷하게 만들어 乾燥處理를 하였다니 앞의 여러 結果에서와 마찬가지로 再生程度는 水稻가 陸稻보다 높게 나타났다.

Table 2. Correlation coefficient between plant height and leaf area, number of survival leaves, recovery index from desiccation of rice plants.

Classification	Variety	Plant height & Leaf area	Plant height & Survived leaval	Plant height & Recovery index
Within Varieties(n=10)	Jinheung	0.972**	0.712**	0.015
	Jaekwon	0.986**	-0.103	-0.324
	Suweon 225	0.977**	-0.281	-0.454
	Suweon 237	0.908**	0.401	0.258
	Suweon 242	0.822**	0.493*	0.308
	Ungbonmijangna	0.709**	0.414	0.792**
	Sangju	0.436	0.073	-0.239
	Yaseolgina	0.830**	0.134	0.547*
	Sedagaeseon	0.843**	-0.295	-0.379
	Nonglimna 1	0.771**	0.045	-0.419
Between Varieties(n=10)		0.784**	-0.607*	-0.599*

Table 3. Varietal differences in characteristics of root system for each five of lowland and upland varieties.

Classification	Variety	Total length of main roots	Length of the longest root	Tickness of main roots in average	Dry weight of root/plant
Lowland Varieties	Jinheung	899 cm	62 cm	2.5 mm	0.804 g
	Jaekwon	992	52	2.6	0.588
	Suweon 225	1,034	65	2.1	0.985
	Suweon 237	1,094	55	2.3	0.831
	Suweon 242	1,063	46	1.9	0.694
Upland Varieties	Ungbonmijangna	820	56	4.1	1.331
	Sangju	1,073	66	4.0	1.907
	Yaseolgina	1,007	69	4.5	1.454
	Sedagaeseon	1,107	46	3.9	1.050
	Nonglimna 1	1,254	50	5.2	1.214

그러므로 草長과 乾燥處理後 再生力과의 關係가 本試驗에서는 品種間 差異에서보다 個體間 差異에서 더 큰 信賴度를 나타낸다고 할 수 있으며 만약 水稻 또는 陸稻 各各의 品種群끼리 比較한다면 다른 結果를 나타낼 수도 있을 것이다.

2) 발栽培에서 뿌리의 發達과 收量과의 關係

乾燥處理後 再生力이 뿌리의 發達과 關係가 있는가 를 보기 위하여 主根의 길이와 두께 그리고 뿌리의 總乾物重을 比較하여 보면 表 3 과 같이 主根의 길이와 最長根의 길이는 水稻와 陸稻사이 에 뚜렷한 差異가 없고 다만 主根의 두께와 乾物重에서는 오히려 陸稻가 水稻보다 一律적으로 높았다. 또한 뿌리의 乾物重과 表 1 의 발栽培收量과의 關係를 求하여 보면 圖 4 와 같이 높은 正의 有意相關($r = 0.732^{**}$)을 나타내었다.

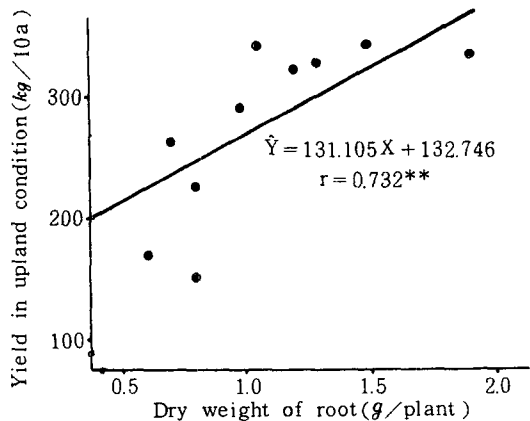


Fig. 4. Relationship between dry weight of root and yield in upland condition from five of each lowland and upland rice varieties

考 察

논재배에서는水稻의 收量이 높으나 밭재배에서는陸稻의 收量이 더 높다는事實은 이미 여러 研究結果^{4,6)}에서 밝혀졌다. 밭재배에서의增收가 耐旱성과關係가 있다면陸稻는水稻에 比하여 耐旱성이 높아야 될 것이다. 그러나本 試驗結果에서 乾燥處理에 依한 被害는水稻보다陸稻에서 더 甚하게 나타났고 萎凋狀態에서 生育이 回復되는 힘은水稻가 더 強한 것으로 나타났으며水稻中에서도 品種間 差異가 甚하게 나타났다.

萎凋는土壤과 植物體로부터 水分의 蒸發散과 關係가 있으므로 같은條件에서 葉面積이 넓으면 萎凋가 더 쉽게 일어날 수 있는 것이다. 그러므로 여기에 使用된 陸稻品種은 키가 커서 乾燥處理後 再生力이 弱한 것 처럼 보이나同一品種內에서 個體間 比較는 반드시 그렇지는 않았으며水稻의 水原242號는陸稻보다 키는 작으나 葉面積은 더 넓었음에도 不拘하고 再生力은 가장 높았던 것을 보면 草長과 乾燥處理後 再生力 사이에 負의 相關을 나타낸 것은 우연한 結果로 밖에 볼 수 없었고 乾燥初期에는 同時에 같은 程度로 萎凋가 나타났으므로 葉面積이 萎凋程度에 크게 作用한 것 같지는 않았다. 또한陸稻는大部分이水稻보다 키가 크며 잎이 넓고 느려진 型을 가지고 있으며 이러한 品種에서 오히려 耐旱성이 높다고 한 報告^{2,3,6)}도 있다.

以上에서 陸稻가 耐旱성이 強하다는 一般의인 事實은 地上部 自體의 萎凋抵抗性이나 回復能力 만으로는 說明할 수 없으므로 地下部의 뿌리發達에서 그 差異를 찾기 위하여 別途의 試驗을 實施하였다. 그 結果 陸稻는 主根의 두께와 뿌리의 總乾物重이水稻보다 무거웠으며 밭재배에서의 收量과 높은 相關이 있었다.

그러나 乾燥處理試驗에서는 뿌리의 發達이 制限되어 있었으므로 뿌리의 能力 差異가 나타날 수 없었던 것이며 이것이 實際 圃場에서의 反應과 다르게 나타난 原因이었다. 이에 대하여는 箱子實驗에서 乾燥處理後 葉의 生存率이 陸稻보다水稻가 높다는 報告¹⁾가 있으며 밭재배에서 收量增大를 위하여는 旱 耐抵抗性과 乾燥로부터의 再生能力을 함께 結合시켜야 된다는 主張⁶⁾ 등이 있으므로 耐旱性品種 育成을 위하여는 圃場條件下에서 檢定과 選拔을 實施해야하나 乾期가 없는 韓國과 같은 나라의 氣候條件에

서는 旱 耐抵抗性의 大量檢定이 어려운 實情 이므로 合理的인 室內檢定 方法의 開發이 必要하다. 그러나本 試驗結果를 보면 地上部의 乾燥處理後 再生力 만으로는 眞正한 意味의 旱 耐抵抗性檢定이 不可能함을 알 수 있었다.

室內試驗에서水稻가 乾燥處理後 再生力이 強한 理由는 植物體組織의 差異⁶⁾나 成分含量의 差異^{10,11)} 등으로 說明이 可能할 것으로 보이나 넓은 意味에서의 耐旱성에 있어서는 좀 더 綜合的인 研究가 必要할 것 같다.

摘 要

벼의 耐旱성에 關與하는 生態 및 形態의인 特性을 찾기 위하여水稻과 陸稻 各 5品種씩을 가지고 播種箱子에서 벼를 栽培하고 乾燥處理한 後 다시 灌水하여 萎凋狀態에서 生育이 回復되는 程度를 比較하였으며 關聯되는 植物體部位의 特性과의 關係를 求한 結果 다음과 같이 要約할 수 있었다.

1. 乾燥處理後 再生力은水稻가 陸稻보다 強하였고水稻에서는 印度型品種이 日本型 品種보다 強하였다.
2. 生育段階別 再生力은 生育初期에 가장 높았고 生育이 進展되면서 점점 낮아졌는데 어느 時期에서나水稻가 陸稻보다 높은 再生力을 나타내었다.
3. 草長과 葉面積의 差異는 乾燥處理後 再生力에 影響을 미치지 않았다.
4. 뿌리 發達의 特性에 主根의 두께와 뿌리의 總乾物重은水稻보다 陸稻에서 높았으며 이것은 밭재배에서의 收量과 높은 正의 相關이 있었다.

引用 文 獻

1. Chang, T.T. and B.S. Vergara, 1975. Varietal diversity and morphoagronomic characteristics of upland rice. Pages 72-90 in IRRI, Major research in upland rice. Los Banos, Philippines.
2. Chang, T.T., G.C. Loresto, and O. Tagumpay, 1972. Agronomic and growth characteristics of upland and lowland rice varieties. Pages 645-661 in IRRI, Rice Breeding. Los Banos, Philippines.
3. Chang, T.T., G.C. Loresto, and O. Tagumpay, 1974. Screening rice germplasm for drought resistance. SABRAO. J. 6(1): 9-16.

4. 崔相鎮, 鄭根植, 崔鉉玉. 1980. 水稻와 陸稻品種의 논과 밭재배에 따른 變異性에 關한 研究. 第2報, 收量 및 主要米質成分의 變異. 韓國作物學會誌 25(1) : 25~30.
5. IRRI, 1974. Annual report for 1973. Los Banos, Philippines.
6. De Datta, S.K., T.T. Chang, and S. Yoshida, 1975. Drought resistance in upland rice. Pages 101-116 in IRRI, Major research in upland rice. Los Banos, Philippines.
7. Loresto, G.C. and T.T. Chang, 1971. Root development of rice varieties under different soil moisture conditions. Pages 412-416 in Proc. 2nd Annual Sci. meeting. Crop. Sci. Soc., Philippines.
8. Minabe, M. 1951. Studies on the analysis of drought damage on paddy rice plants. II. Characteristics properties of the underground parts of paddy rice plants. Proc. Crop Sci., Japan. 20: 85-92.
9. Miyasaka, A. 1969. Studies on the strength of rice root. I. Strength of rice seedling root. Proc. Crop Sci. Jap. 38: 321-326.
10. Poonam C.M. and S.L. Mehta, 1977. Effect of drought on enzymes and free proline in rice varieties. Biochemistry 16: 1355-1357.
11. Yoshida, T., and B.C. Padre, JR. 1974. Nitrification and denitrification in submerged Maahas clay soil. Soil Sci. Plant Nurt. 20(3): 241-247.

SUMMARY

This studies were conducted first to observe the difference in recovery ability from water stress

between lowland and upland rice, 2nd to find out the actual part of rice plant affecting on drought resistance in field condition to determine the possibility of testing the drought tolerance in greenhouse.

Five of lowland and five of upland rice varieties used for this studies were transplanted to small plastic box at three leaf stages in randomized complete block design with three replications.

Desiccations were applied to normally grown rice plants in the greenhouse with hot and dry conditions in summer until they showed complete water stress. Number of leaves survived and survival index were checked for every plant. Root characteristics also were observed by glass tube cultures to estimate their function on drought tolerance in field.

The results of this studies will be summarized as follows.

1. Lowland rice varieties were superior in survival ability from water stress to upland rice varieties. It was especially higher in Indica type varieties than in those of Japonica type.
2. Comparing the resumability of growth at different leaf stages, the earlier the leaf stage, the higher in survival ability from water stress. Lowland varieties showed stronger survival ability than upland varieties in all growth stages.
3. There were no correlation between plant height and number of leaves survived or survival index from water stress.
4. Upland rice was higher than lowland rice in the thickness and total dry weight of root. These root characteristics showed highly positive correlation with yield in upland condition.