韓國作物學會誌 第23卷 2號(1978. 10)
J. Korean Soc. Crop Sci. Vol. 23 No. 2:46~53

二面交雜에 依한 陸稻出穗期의 遺傳에 關한 硏究

曺 在 星·崔 在 乙
忠南大學校農科大學, 湖南作物試驗場

Studies on the Inheritance of the Heading Time of the Up-land Rice (Oryza sativa L.)

Jo, Jaeseong, Choi Jaieul
Agricultural college of chungnam National Univ.

Abstract

The parents and F1 seeds from the all possible combinations of the diallel crosses among five upland varieties and a low-land variety were grown in green house in winter and also on paddy field in summer. The durations to heading of all F1's grown in green house at winter were shorter than those of their parents mean. The shorter duration to heading was due to dominace was partial. And the non-allelic gene interaction was not significant. But in case that the F1's and the parents were grown on paddy-field in summer, the durations to heading of F1's were various according to the cross combinations and the non-allelic gene interactions were significant.

緖 言

보다 效果的인 育種計劃의 樹立을 위해서는 무엇보다도 改善하고저 하는 對象形質의 遺傳에 關한 情報가 중요하다. 특히 量的形質의 遺傳에 關한 情報를 얻기 위해서는 二面交配分析法이 時間, 經費등을 節約할 수 있다는 점에서 效果的이라 하겠다. 그러나 全體의 分散을 遺傳分散과 環境分散으로의 分割을 통해 遺傳分析을 하는 二面交配分析에 있어서 上位現象과 같은 非對立遺傳子間의 交互作用이 存在할 경우 相加的 效果나 優性效果같은 分散의 遺傳的 成分은 전혀 다른 의미를 갖게되며[12] 따라서 이를 育種計劃樹立에 利用할 수는 없다. 따라서 上位現象을 위시한 非對立遺傳子間의 交互作用의 存在如否는 效果的인 育種計劃의 樹立을 위해서는 필히 究明되어야 하는데 이의 存在如否를 究明하기 위해서는 Scaling Test를 위시해서 Wr-Vr의 均一性檢定, Unit slope에 대한 Wr, Vr回歸檢定, 그리고 二面分析에 대한 x^2檢定法등이 있다.[3,8,12]

陸稻는 우리나라의 重要한 밭作物의 하나로 所得性이 높은 作物이나 현재 栽培되고 있는 品種들은 熟期, 草型, 耐肥性, 耐病性 및 耐旱性등에 많은 問題點이 있어 多收穫을 期하기 어려운 바 新品種의 育成이 시급하다.

筆者는 陸稻出穗期의 遺傳에 關한 情報를 얻고저 5個의 陸稻品種 및 水稻品種 統一을 全組合 二面交配하여 遺傳分析을 行하는 한편 Unit slope에 對한 Wr, Vr의 回歸檢定法을 利用하여 陸稻의 出穗期에 關與하는 遺傳因子間의 交互作用을 究明하고저 本實驗을 遂行하였던 바 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

交配母本品種으로는 包川長芒벼를 위시하여 農林糯1號, 平和糯, 淸國大王 및 三郎의 5個 陸稻品種에 水稻品種 統一을 첨가한 6個品種을 사용하였는데 1976年 湖南作試의 圃場에서 6個品種의 全組合 二面交配를 실시하여 F_1을 얻었다. 이들 F_1種子의 일부는 同年 11月22日 온실에 播種하여 12月6日 온실에 移秧하였고 나머지 F_1種子는 1977年 5月6日 播種 6月15日 各 F_1 組合當 10個體씩을 한區로 하여 3反復 亂塊法으로 配置 圃場에 移秧하였다.

두 試驗區에서 모두 母本品種 및 F_1의 出穗期를 조사하고 母本品種 및 F_1의 平均出穗期를 산출하여

Diallel Table을 作成 Jinks와 Hayman의 方法에 따라 Wr, Vr을 계산하여 回歸分析을 하였다. 한편 非對立遺傳子 相互間의 交互作用의 存在如否를 求明하기 위하여 한개 혹은 두개의 交配親品種을 除外한 나머지 品種과 이의 組合만으로 각각 Wr, Vr을 산출하고 回歸分析을 실시하였다.

結果 및 考察

各 交配母本品種 및 F_1들의 播種後 出穗까지의 日數와 兩親의 平均과 F_1간의 出穗까지 日數의 差는 1 및 2表에서 보는바와 같다. 冬期 溫室의 경우 農林糯1號는 85日로 가장 出穗까지의 日數가 길었고 다음이 三郎으로 81日이었으며 包川長芒벼는 出穗까지의 日數가 62日로서 가장 빠른 出穗를 보였다. 한편 F_1들 중에서는 平和糯×三郎의 組合이 78日로 가장 길었고 包川長芒벼×統一의 組合은 65日로서 가장 빠른 出穗를 보였으나 全體 F_1들이 나타내고 있는 出穗까지 日數의 범위는 交配親品種들이 보이는 범위보다 좁으며 交配親品種들의 안쪽에 分布되어 있다.

Table 1. Days to Heading of P and F_1 and difference between F_1 and parents mean in Green-house (Winter)

	Po	No	To	Py	Ch	Sa
Po	62	72	65	72	66	71
No	−1.5	85	72	75	71	76
To	−2.5	−7.0	73	75	68	71
Py	+1.5	−7.0	−1.0	79	73	72
Ch	−1.0	−7.5	−4.5	−2.5	72	78
Sa	−0.5	−7.0	−6.0	−2.0	−4.5	81

Tab. 2. Days to Heading of P and F_1 and difference between F_1 and parents mean in paddy-field (summer)

	Po	No	To	Py	Ch	Sa
Po	109	111	124	113	120	122
No	+10.0	93	103	117	113	110
To	+10.0	−3.0	119	103	116	102
Py	+8.5	+20.5	−6.5	100	117	99
Ch	+3.5	+4.5	−5.5	+5.0	124	108
Sa	+15.0	+11.0	−10.0	−3.5	−6.5	105

그리고 各 F_1들과 이들 F_1의 兩親의 平均과의 差異를 구한 結果를 보면 包川長芒벼×平和糯의 組合에서만 差異가 正의 數로 나타나 F_1의 出穗까지 日數가 兩親의 平均보다 길었고 그외의 組合에서는 모두 差異가 負數로 나타났던바 F_1의 出穗까지의 日數가 兩親의 平均보다 短縮되었음을 보여주고 있다.

그러나 圃場에서는 冬期溫室에서와는 반대로 農林糯1號의 出穗까지의 日數가 93日로서 交配親品種中 가장 빠른 出穗를 보였고 淸國大王이 124日로서 出穗까지 日數가 가장 길었다. 또한 F_1中에서는 平和糯×三郎의 組合이 99日로서 가장 짧았고 統一×包川長芒벼의 出穗까지 日數는 124日로서 가장 길었는데 이는 交配親品種中 가장 晩生이었던 淸國大王의 出穗까지 日數와 같았다. 全體 F_1들이 나타내고 있는 出穗까지 日數의 범위는 冬期溫室에서와 같이 交配親品種이 보이는 범위보다 좁았으며 역시 交配親品種이 나타내는 범위의 안쪽에 分布되어 있다.

또한 각F_1과 이들 F_1의 兩親의 平均과의 差異를 구한 結果를 보면 冬期溫室의 경우와는 달리 包川長芒벼를 한쪽親으로 하는 組合의 F_1들과 統一×農林糯1號의 組合을 除外한 農林糯1號를 한쪽親으로 하는 組合의 F_1들 그리고 平和糯×淸國大王의 組合에서는 모두 그 差異가 正數로 나타났던 바 兩親의 平均보다 F_1의 出穗期가 늦어졌음을 보여주고 있었으며 그외의 6個組合의 F_1들은 差異가 負數로 나타나 兩親의 平均보다 F_1의 出穗期가 短縮되었음을 나타내고 있었다.

한편 兩親의 平均과 F_1간의 差異를 兩親品種間의 差의 1/2값으로 나누어 雜種强勢程度를 산출하였던 바 表3에서 보는바와 같다. 먼저 冬期溫室의 結果를 보면 包川長芒벼를 한쪽 親으로 하는 모든 組合의 F_1과 統一×平和糯 및 淸國大王×平和糯組合에서는 雜

Table 3. Degree of Heterosis

	Po	No	To	Py	Ch	Sa
Po		−0.13	−0.46	0.18	−0.20	−0.05
		1.25	2.00	1.89	0.47	7.50
No	−0.13		−1.17	−2.23	−1.15	−3.50
	1.25		−0.23	5.86	0.29	1.83
To	−0.46	−1.17		−0.33	−9.00	−1.50
	2.00	−0.23		−0.68	−2.20	−1.43
Py	0.18	−2.33	−0.33		−0.71	−2.00
	1.89	5.86	−0.68		0.42	−1.40
Ch	−0.20	−1.15	−9.00	−0.71		−1.00
	0.47	0.29	−2.20	0.42		−0.68
Sa	−0.50	−3.50	−1.50	−2.00	−1.00	
	7.50	1.83	−1.43	−1.40	−0.68	

Upper: green house in winter
Lower: paddy field in summer

種强勢程度가 1을 넘지 않았으나 그외의 組合의 F_1들은 1以上으로 出穗期가 빠른 親보다 F_1의 出穗期가 더욱 短縮된 傾向을 보였는데 특히 統一×淸國大王 組合의 F_1은 出穗期가 빨라지는 쪽으로 높은 雜種强勢程度를 나타내었다. 그리고 雜種强勢의 方向은 包川長芒벼×平和糯의 組合을 除外하면 모든 組合이 出穗期가 短縮되는 方向이었다.

그러나 夏期圃場에서는 冬期溫室에서와는 현저히 다른 傾向으로 雜種强勢를 나타내던 바 農林糯1號×統一, 平和糯×統一의 兩組合과 淸國大王×統一이외의 淸國大王을 한쪽親으로 하는 組合의 雜種强勢程度는 1을 넘지 않았으나 그외의 組合에서는 모두 1이상이었는데 특히 包川長芒벼×三郎의 組合에서는 雜種强勢程度가 7.5로 가장 높았고 다음이 農林糯 1號×平和糯의 組合으로 5.86이었다. 雜種强勢方向 역시 冬期溫室의 경우와는 달리 交配親에 따라 각각 相反되는 傾向을 나타내었다.

6個交配親을 모두 사용한 全組合과 한개씩의 交配親品種을 뺀 5개 交配親만을 사용한 全組合으로 각각 Diallel Table을 作成하고 이들 各各에 대하여 Wr 및 Vr을 산출하고 Wr과 Vr간의 回歸分析을 하였던 結果는 表 4 및 5에서 보는 바와 같으며 Wr, Vr Graph는 그림 1에서 보는바와 같다.

먼저 冬期溫室의 結果를 보면 全體交配親品種을 다 사용한 경우 回歸係數는 0.923으로서 Unit Slope와는 有意差가 認定되지 않았고 回歸는 有意性이 認定되어 非對立遺傳子間의 交互作用은 存在하지 않는 것으로 생각되는데 이를 다시 확인하는 方法으로 各交配親品種을 하나씩 빼면서 Wr, Vr을 산출하고 回歸分析을 하였던 바 역시 全交配親品種을 다 사용했을 때와 같은 傾向을 보이고 있어 非對立遺傳子間의 交互作用이 전혀 存在하지 않는다고 생각된다.

다만 包川長芒벼와 이를 交配親으로 하는 組合을 除外한 나머지로 Wr, Vr을 산출하고 回歸分析을 하였던 바 回歸線은 原點근처를 통과하고 回歸는 고도의 有意性이 認定되어 完全優性을 나타내고 있었는데 그외의 品種들을 除外한 경우나 全品種을 모두 사용한 경우 Wr, Vr 回歸線은 모두 原點위를 통과하고 있어 部分優性을 나타내었던 바 이들이 部分優性을 나타내었던 原因은 包川長芒벼에 있는 것으로 판단된다.

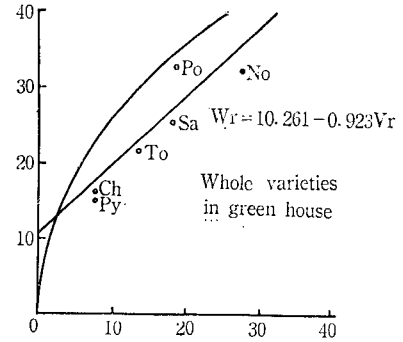
한편 Wr, Vr graph에서 優性順位를 보면 出穗期가 비교적 빠른 淸國大王과 平和糯는 原點에 가까운 優性帶에 位置하고 있고 出穗期가 가장 빨랐던 包川長

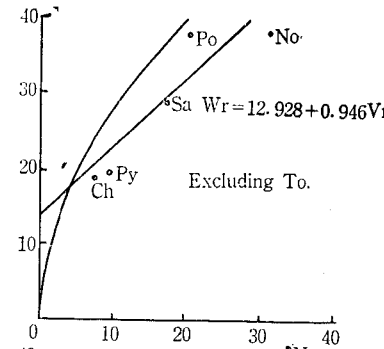
Table 4. Regression Analysis of Wr and Vr (Winter)

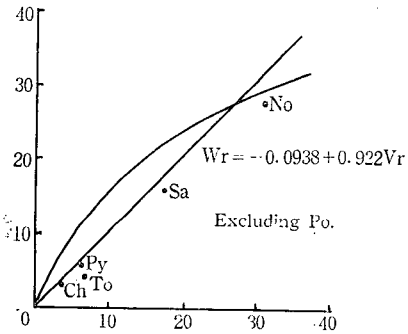
	b	a	Test of Sig	Test of Unit Slope	Order of Dominance
Whole Parents	0.923	10.261	4.569*	0.381	Py Ch To Sa Po No
Excluding Po	0.922	−0.094	21.050**	1.781	Ch To Py Sa No
Excluding No	0.812	12.264	4.274*	0.989	Ch Py To Po Sa
Excluding To	0.946	12.928	3.517*	0.205	Ch Py Sa Po No
Excluding Py	0.842	14.480	3.614*	0.678	Ch To Sa Po No
Excluding Ch	1.019	10.754	3.626*	0.068	Py To Sa Po No
Excluding Sa	0.806	13.217	2.323	0.559	Py Ch To Po No

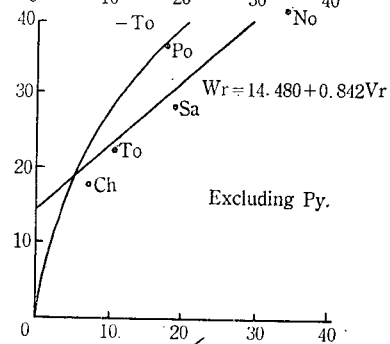
Table 5. Regression Analysis of Wr and Vr (Summer)

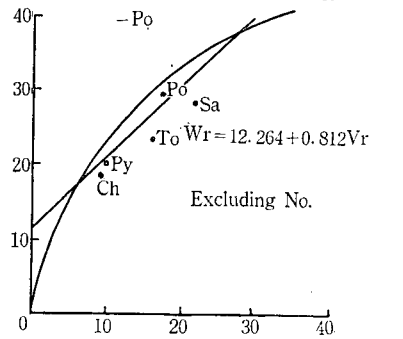
	b	a	Test of Sig	Test of Unit slope	Order of Dominance
Whole Parents	0.253	18.691	0.435	1.284	Sa Ch Ro Py No To
Excluding Po	0.318	21.474	0.475	1.018	Sa Ch Py No To
Excluding No	0.238	22.487	0.575	1.841	Ch PO Sa Py To
Excluding To	0.013	36.797	0.034	2.557	Po Ch Sa Py No
Excluding Py	0.572	17.636	1.343	1.005	Sa Ch Po No To
Excluding Ch	0.431	−0.881	0.668	0.882	Sa Po Py No To
Excluding Sa	0.270	31.484	0.500	1.352	Ch Py Po No To
Excluding Po.Sa	0.739	5.542	1.101	0.389	Ch Py No To
Excluding Py.Ch	0.655	−3.680	1.534	0.808	Sa Po No To
Excluding Py.Sa	0.670	35.469	4.085	2.012	Ch Po To No

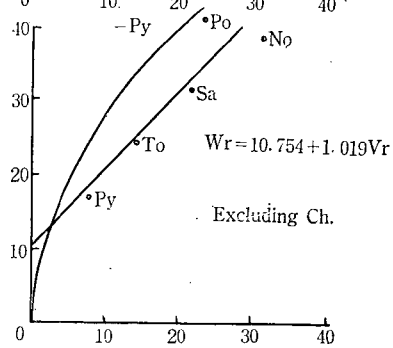

Po
No
Sa
To
Ch
Py
Wr=10.261−0.923Vr
Whole varieties
in green house

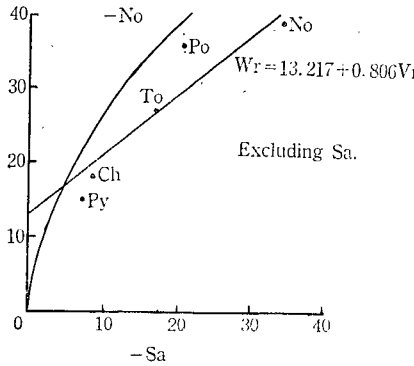

Po
No
Sa
Wr=12.928+0.946Vr
Ch
Py
Excluding To.

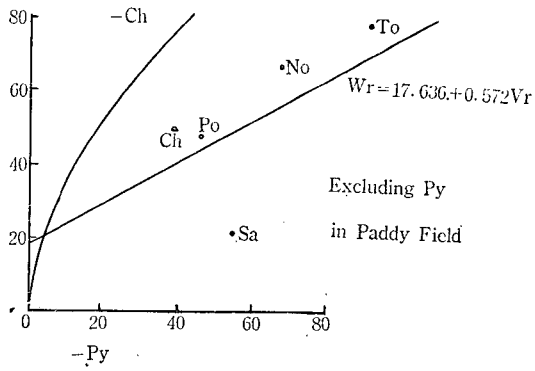

No
Wr=−0.0938+0.922Vr
Sa
Excluding Po.
Py
Ch
To


−To
Po
No
Wr=14.480+0.842Vr
Sa
To
Ch
Excluding Py.


−Po
Po
Sa
To
Wr=12.264+0.812Vr
Py
Ch
Excluding No.


−Py
Po
No
Sa
To
Wr=10.754+1.019Vr
Py
Excluding Ch.


−No
Po
No
Wr=13.217+0.806Vr
To
Excluding Sa.
Ch
Py
−Sa


−Ch
To
No
Wr=17.636+0.572Vr
Ch
Po
Excluding Py
in Paddy Field
Sa
−Py

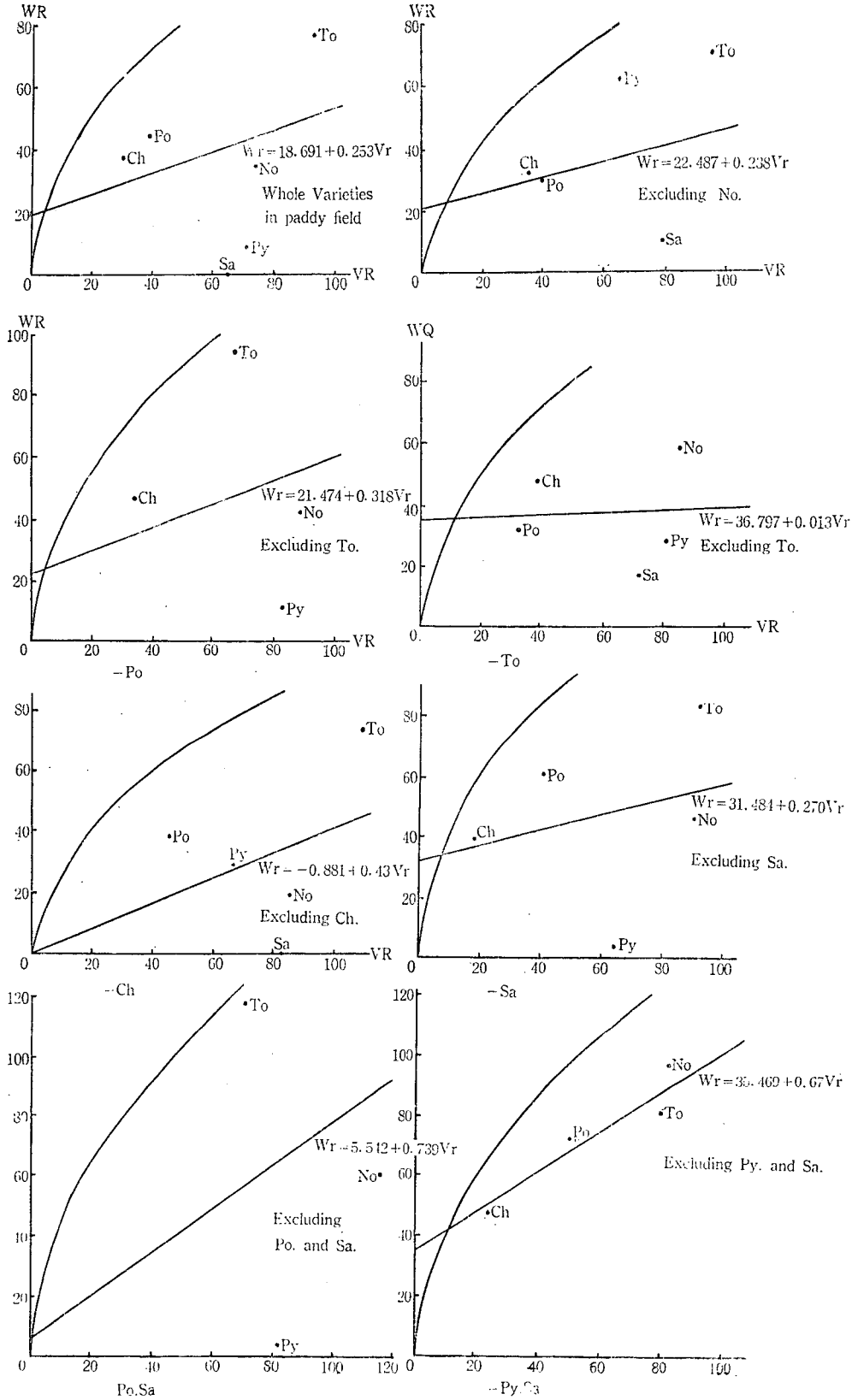


Fig. 1 Wr-Vr graph.

芒벼와 出穗期가 가장 늦은 農林糯1號가 原點에서 가장 먼 劣性帶에 位置하고 있으며 이러한 傾向은 6個 交配親을 모두 사용한 경우나 各各 1個品種씩 除外한 경우에서 모두 같은 傾向이었다.

그러나 夏期圃場에서의 結果는 冬期溫室에서와 같이 단순하지는 않을 뿐 아니라 冬期溫室에서와는 아주 다른 結果를 보였는데 夏期圃場의 경우 6개 交配親品種을 모두 포함시켜 Wr, Vr을 구하고 回歸分析을 하였던 바 回歸는 전혀 有意性이 認定되지 않았으며 回歸係數는 0.253으로 Unit slope과는 아주 심한 差異를 보여 非對立遺傳子間의 交互作用이 현저함을 認定할 수 있었다. 그래서 어느 交配親品種에 交互作用을 유발하는 因子가 存在하는 가를 추적하기 위하여 먼저 한개씩의 交配親品種을 除外한 5개 品種만으로 Wr, Vr 回歸分析을 실시하였던 바 역시 Unit slope과는 상당히 큰 差異를 보였을 뿐 아니라 回歸도 有意性이 認定되지 않았으나 그중에서도 平和糯를 除外한 나머지 交配親品種과 이들의 F_1으로 Wr, Vr回歸分析을 하였을 때 回歸係數가 0.572로서 다른 交配親을 除外하고 Wr, Vr回歸分析하였을 때보다 가장 Unit slope에 가까운 回歸係數를 나타내었으며 이때 回歸는 有意性은 認定되지는 않았으나 역시 다른 交配親品種을 除外하고 回歸를 구했을 때 보다 가장 높은 t-값을 나타내었던 바 일단 平和糯에 交互作用을 유발하는 遺傳子자리가 存在하는 것이 아닌가 추측된다.

한개씩의 交配親品種을 除外하면서 回歸分析을 했을때 만족할만한 결과를 얻을 수 없이 두개의 交配親品種을 除外하면서 나머지 交配親品種과 이들의 組合으로 Wr, Vr을 산출하고 回歸分析을 하였던 바 平和糯와 三郎을 除外하였을 경우 回歸係數는 0.67로서 Unit Slope과는 有意差가 認定되지 않았고 回歸는 10% 水準에서 有意性이 認定되었던 바 平和糯와 三郎의 두 品種에 交互作用을 유발하는 因子자리가 存在하는 것으로 추측된다.

夏期圃場의 경우에서도 冬期溫室에서의 결과와 같이 回歸線은 原點위를 통과하고 있어 部分優性을 나타내고 있으며 三郎과 淸國大王은 原點에서 가까운 優性帶에 그리고 統一은 어느 경우에서나 原點에서 가장 먼 劣性帶에 위치하고 있었다.

Heu[4]등은 早生이 晩生에 대해 優性이라 하였고 Chang[1,2]등은 基本榮養生長期間이 짧은 쪽이 긴 것에 대해 優性이라고 報告하였으며 Jennings[7]는 水稻의 熟期에 있어서 早熟이 優性이고 雜種强勢도 모두 早熟의 方向이라 하였는데 本實驗의 結果에서도 冬期溫室의 경우는 早熟이 優性으로 나타났으며 雜種强勢도 모두 早熟의 方向으로 나타나고 있어 Heu, Chang[1,2] 및 Jennings[7]등의 水稻에 있어서의 實驗結果와 一致하고 있었다.

그러나 夏期圃場에서의 結果는 이들의 報告와는 달리 包川長芒벼와 農林糯 1號를 交配親으로 하는 組合에서는 모두 出穗期가 늦어지는 方向으로 雜種强勢를 나타내고 있었으며 Wr, Vr의 回歸分析에서도 非對立遺傳子間 相互作用이 認定되고 있었던 바 短日條件下인 冬期溫室의 結果와는 전혀 다른 복잡한 出穗期의 遺傳樣式을 나타내고 있어 주목된다.

한편 Jo[9]는 統一을 포함하는 5個水稻品種의 二面交配分析에서 出穗期의 경우 統一을 한쪽 親으로 하는 組合에서는 모두 出穗期가 늦어지는 方向으로 높은 雜種强勢를 나타내고 있었고 統一은 原點에서 가장 가까운 優性帶에 위치하고 있었음을 報告하였는데 本試驗의 結果에서는 統一의 效果가 위의 報告와는 전혀 달랐으며 夏期圃場의 경우 統一은 原點에서 가장 먼 劣性帶에 위치하고 있어 陸稻의 경우 統一의 效果는 水稻에서와는 전혀 다르게 나타남을 알수 있었다.

Singh[12]이 Green-gram의 단백질함량에 관한 遺傳에서 因子의 上位效果를 구명하기 위하여 사용한 방법을 적용하여 出穗期에 관여하는 因子들의 交互作用을 밝히고저 Wr, Vr의 回歸分析을 하였던 바 冬期溫室의 경우 非對立遺傳子間의 交互作用은 전혀 認定되지 않았으나 夏期圃場의 경우 非對立遺傳者間의 交互作用이 認定되었다. 夏期圃場에서는 平和糯와 三郎 두 品種을 除外한 交配親品種 및 이들의 組合들이 나타내는 Wr, Vr의 回歸가 가장 Unit slope에 가깝고 回歸도 有意하여 平和糯와 三郎에 非對立遺傳子間의 交互作用을 유발하는 因子자리가 있는 것이 아닌가 추측하였는데 夏期圃場의 경우 平和糯와 三郎 두 品種은 交配組合에 따라 出穗期가 兩親의 平均보다 현저히 늦어지거나 혹은 빨라지는 경향을 나타내고 있어 위의 추측을 역시 뒷바침 해주고는 있으나 Wr, Vr의 回歸分析만으로 非對立遺傳子間의 交互作用을 정확히 밝히기는 어려운 것으로 보이며 보다 정확한 交互作用의 추적을 위해서는 Scaling test등의 方法을 사용하며 보다 세밀히 검토하여야 할 것으로 본다.

摘 要

陸稻의 出穗期의 遺傳에 關한 情報를 얻고저 5個의

陸稻品種과 水稻品種 統一을 全組合 二面交配하여 出穗期를 調査하고 分析하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 冬期溫室에서는 F_1의 出穗期는 모두 兩親의 平均보다 短縮되었던 바 出穗期가 빠른 쪽이 優性이었고 優性의 程度는 部分優性을 나타내었으며 非對立遺傳子間의 交互作用은 認定되지 않았다.

2. 夏期圃場에서는 交配組合에 따라 F_1의 出穗期가 兩親의 平均보다 短縮되거나 혹은 지연되었는데 平均 優性의 方向은 出穗期가 늦어지는 쪽이었으며 優性의 程度는 回歸線이 原點위를 통과하여 部分優性을 나타내고 있었다.

3. 夏期圃場의 경우 Wr, Vr間의 回歸는 有意性이 認定되지 않았고 Unit slope과도 멀어 非對立遺傳子間의 交互作用이 認定되었는데 平和糯와 三郎에 交互作用을 유발하는 因子자리가 있는 것으로 추측된다.

4. 冬期溫室의 경우 平和糯 및 淸國大王은 優性帶에 包川長芒버와 農林糯 1號는 劣性帶에 위치하였는데 夏期圃場에서는 三郎과 淸國大王은 優性帶에 그리고 統一과 農林糯 1號는 劣性帶에 위치하고 있었다.

引 用 文 獻

1. Chang, T.T. and O. Tagumpay 1970. Genotypic association between grain yield and six agronomic traits a cross between rice varieties of contrasing plan type. Euphytica 19:356-453.
2. Chang, T.T. and B.S. Vergara 1972, Ecological and genetic information adaptability and yielding ability in tropical rice varieties. Rice breeding I.R.R.I. pp. 437-453.
3. Hayman, B.I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39:789-809.
4. Heu, M.H. 1968. Studies on the growth duration and hybrid sterility in remote cross breeding of cultivated rice. J. Korean Soc. Crop Sci. 4:31-71.
5. ____, Y.A. Chae, D.S. Kim, J.I. Cho and J.H. Kim 1969. Selection response for culm length and heading days in the two Japonica X dwarf Indica combinations of rice(O. sativa). Korean J. Breed. 1:49-54.
6. ____, T.T. Chang and H.M. Beachel 1968. The inheritance of culm length, panicle length, duration to heading and bacterial leaf blight reaction in a rice cross: Sigadis X Taichung (Nayive) 1. Jap. J. breed. 18:7-11.
7. ____, T.T. Chang and H.M. Beachel 1966. Evaluation of partial sterlity in Indica×Japonica rice hybrids. I.R.R.I Technical Bulletin 5:3-38.
8. Jinks, J.L. 1954. The analysis of continues variation in a diallel cross of Nicotiana varieties. Gentics 39:767-788.
9. Jo. J. S. 1978, Genetic analysis of quantitative characters of rice (Oryza sativa L.) by diallel cross. Reports of Agr. Res. and Tec. CNU. 4:254-282.
10. Jones, J.W. 1926. Hybrid vigor in rice. J. Amer. Soc. Aron. 18:423-428.
11. Li, C.C., and T.T. Chang 1970. Diallel analysis of agronomic traits in rice(Oryza sativa L) Bot. Bull. Acad. Sinica 11:61-78.
12. Singh, T.P. 1974. Epistatic bias and gene action for protein content in green-gram (Phaseolus aureau Roxb.) Euphytica 23:459:465.

Summary

To obtain information on the inheritance of the heading time of upland rice, the parents and the F1 seed from the all possible combinations of the diallel crosses among five up-land rice varieties: Pocheonjangmangbyo, Nongrimna #1, Pyeongwhana, Cheonggukdaewang and Samrang, and Tongil were grown in green house at winter as well as on paddy field at summer.

The heading time was observed and analized and the results obtained are summarized as summarized as follows:

1. The durations to heading of all F1s grown in green house at winter were shorter than those of their parents mean. The shorter duration to heading was due to dominance gene action and the degree of dominance was partial. The non-allelic gene interaction was not significant.

2. In case that the F1's and parents were grown on the paddy-field at summer season, the durations to heading of he F1's were shorter than or longer than their parents means according to their cross

combinations. The longer duration to heading was due to dominant gene action and the degree of dominance was partial since the regression Wr on Vr passes above the origin.

3. In case that the F1's and the parents were grown on paddy-field at summer season, the non-allelic gene interactions were significant in days to heading character since the regression of Wr on Vr was not fit the unit slop. It was assumed that the non-allelic gene interactions were due to the genes located on Samrang and Pyeongwhana.

4. Beng grown in green house in winter season, the Pyeongwhana and Cheonggukdawang were located on dominant zone, and Pocheonjangmangbyo and Nongrimna #1 on recessive zone. But on paddy field in summer season, Samrang and Cheonggukdaewang were located on dominant zone, and Tongil on recessive zone.