J.Oriental Bot.Res 8(3) 287~296(1995)

목화 品種의 收量과 收量構成 形質에 대한 環境 適應 분석

朴熙塡[1] · 金祥坤[2] · 鄭東熙[2] · 權炳善[3] · 林俊澤[3]

[1]瑞江專門大學, [2]湖南農業試驗場 木浦試驗場, [3]順天大學校 農科大學

Analysis of Stability for Yield and Yield Components in Cotton Varieties

Hi jin Park[1] · Sang Gon Kim[2] · Dong Hee Chung[2] · Byung Sun Kwon[3] and June Taeg Lim[3]

[1] Seokang college, Kwangju 500-742, Korea
[2] Mokpo Exp. Sta., Honam Agricultural Exp. Sta., RDA, Muan 534-830, Korea
[3] Sunchon National University, Sunchon 540-070, Korea

Abstract

Stability of yield and yield components in 6 cotton cultivars were evaluated using data from the regional yield trials at two sites from 1987 to 1990. Genotype-environment interactions were analyzed by the modified model of Eberhart and Russell. The results revealed that Mokpo 7, which had many effective number of bearing branches and capsule, was the most stable high yielding variety over a wide range of environmental variations.

Key word : Cotton, yield, yield components, environmental index.

緖 言

목화 纖維의 多收性 品種 育成은 매우 중요한 일이나 이것은 실제 育成을 進行하는 過程에서 여러 가지 어려운 問題에 直面하게 되는데 그것은 목화 纖維의 收量을 構成하는 形質들이 量的 形質이고 關與하는 遺傳子의 形質 發現이 環境에 따라 달라지는데 있다[11,12].

遺傳子型과 環境과의 相互作用이 없는 品種은 環境適應性 品種이라 하며 Eberhart, Russell[4]과 Finlay, Wilkinson[5]등에 의해 評價 方法들이 提示된바 있으며 이러한 方法들은 여러作物들의 環境適應性을 評價하는데 利用되어 왔다[1,2,3,6,7,8,9,10,13,15,16].

Finlay[5]등은 여러 環境 條件에서 각 品種間의 平均收量과 각 環境의 生産力과의 直線 回歸 係數를 구하여 環境에 대한 品種의 Stability parameter로 제안하여 回歸 係數가 1이면 平均安定性, 1보다 작을수록 安定性이 높다고 하였으며 Eberhart[4]등은 回歸係數외에 回歸로 부터의 偏差를 安定性의 尺度로 이용하여 回歸 係數가 1에 가까우면서 回歸로부터의 偏差가 최소가 되는 品種을 安定性 品種이라 하였다. 본 論文의 目的은 1987년부터 1990년까지 4개년간에 걸쳐 무안, 진주의 두지역에서 수행했던 試驗 成績을 이용하여 供試系統들의 環境適應性을 收量및 收量構成要素別로 檢討하여 廣適應性 목화 품종의 育成에 관한 基礎 資料를 얻고자 하였다. 본 試驗을 수행함에 있어 당시 作物試驗場 木浦支場의 職員들을 비롯하여 경남농촌진흥원 관계관님들께 진심으로 감사를 드립니다.

材料 및 方法

본 試驗에 供試된 목화 품종은 木浦4號, 木浦5號, 木浦6號, 木浦7號, Coker 100™, Paymaster로 재배

Table 1. Seeding time, Planting density and amount of fertilization at different experimental sites in cotton cultivars.

Experimental sites	Seeding time	Planting density	Amount of fetilization(kg/10a)			
			N	P_2O_5	K_2O	Compost
Mooan,Jinju	May 10	70 x 20cm	4	4	5	1,000

법은 表1과 같으며 施肥 方法은 播種時에 堆肥, 燐酸, 加理의 全量과 窒素의 1/3량을 基肥로 하였고 7월에 窒素의 2/3량을 追肥로 하였다. 試驗區 배치는 난괴법 3반복으로 하였고 生育 및 收量調査는 農村振興廳 목화 調査 基準에 準 하였다.

統計的 方法은 植物育種學者들에 의해 品種의 適應性을 判定하는데 많이 利用되는 Eberhart[4]등에 의해 提示된 模型을 수정하여 利用하였는데 그 과정은 다음과 같다.

$Yij = \mu i + \beta iIj + Oij$ ····· (1)

i = 1, 2, 3, ~ v.

j = 1, 2, 3, ~ n.

이때 Yij는 i번째 品種의 j번째 環境에서의 반복평균, μi 는 모든 환경에서의 i번째 品種의 平均,

v 는 총 品種數,

n 은 총 環境數,

Ij 는 環境 指數로 j번째 環境에서의 모든 품종의 平均에서 전체平均을 뺀 값, βi 는 i번째 品種의 回歸係數로 Stability parameter, Oij 는 i번째 品種의 j번째 環境에서의 回歸로부터의 偏差이다.

이들은 環境과 品種과 環境의 相互作用에 의한 平方和를 v개의 回歸에 의한 平方和와 回歸로부터의 偏差平方和로 분할하고 이것을 다시 v개 品種의 回歸로부터의 偏差平方和 ($\Sigma_j \hat{\sigma}^2_{ij}$)로 분할한 후 合同 平均平方和 S^2_e를 이용하여 또다른 安定性 母數

$S^2_{ij} = \Sigma_j \hat{\sigma}^2_{ij} / (n - 2) - S^2_e / r$ ····· (2)

를 정의하였는데 이때 r은 반복 수이다. 이들은 品種의 環境 指數에대한 回歸 係數 β의 推定値 bi가 1에 近接하면서 S^2_{dj} 의 값이 가능한 작을수록 安定性 品種이라 定義 하였는데 이들의 정의는 Finlay[5]의 定義와는 다소 差異가 있는 것으로 그 이론적 배경은 Marquez-Sanchez[14]에 의해 자세히 설명되었다. Marquez-Sanchez[14]는 Yij = μ + gi + ej + rij模型 (여기서 μ = 모평균, gi=i번째 品種의 遺傳

Table 2. Analysis of variance for the significant test of genotype environmental interaction with the i-th variety.

S.V.	d.f.	S.S.	M.S.	F
Total	nr - 1	$\Sigma_i \Sigma_j Y^2_{ijk} - CT^*$		
Environment	n - 1	$\Sigma_j Y^2 / r - CT$		
Linear	1	$\Sigma_j \Sigma_k (\hat{Y}^{\cdot\cdot}_{ijk} - \bar{Y}_i)^2$		
Residual	nr - 2	S.S. Total - S.S. Linear		
Lake of fit	n - 2	S.S. Envir. - S.S. Linear	MSL	MSL/MSE
Pure error	n (r-1)	S.S. Total. - S.S. Envir.	MSE	

* $CT = Y_i^2 / nr$, ** $Y_{ijk} = = \mu i + \beta ilj$

效果, ej = j번째 環境 效果, rij=i번째 品種과 j번째 環境의 相互作用 效果)과 Eberhart模型(1)을 比較하여 βi가 1이고 $\sigma ij = 0$ 일 때 두 模型은 同一한 것이며 이 條件들이 滿足될 때 遺傳子型과 環境과의 相互作用 效果인 rij=0으로서, 安定性 品種이란 이러한 遺傳子型과 環境과의 相互作用이 없는 것이라고 定義 하였다.

이 定義는 Eberhart의 定義와 同一한 것으로 $S^2_{dj}=0$ 이라는 것은 σij가 實驗 誤差 범위 내의 값임을 의미한다. 따라서 Eberhart의 정의는 窮極的으로 遺傳子型과 環境과의 相互作用의 有無를 밝혀 이 相互作用이 없는 品種을 安定性品種으로 判定하는 것이다. 그러나 實際 利用에 있어 그들 方法은 몇 가지 문제가 있는데 첫째, $S^2_{dj} = 0$이라는 假說에 대한 檢證 基準이 不確實하며 둘째, 이 값은 식(2)와 같이 平均의 合同 誤差 S^2_e/r은 반복관측치로 부터 計算하고 品種의 回歸로 부터의 偏差平均平方和 : $\Sigma_j \sigma^2_{ij}$ / (n - 2)는 반복 평균치로 계산하므로 때때로 부의 값을 얻는 등의 문제가 있다.

따라서 본 論文에서는 模型(1)을 수정하여 v개의 品種, n개의 環境, 그리고 r개의 반복일 경우 특정 i번째 品種에 대해 :

$y_{ijk} = \mu i + \beta iIj + rij + eijk$ ····· (3),

j = 1, 2, 3, ~ nj

k = 1 2, 3, ~ n의 模型을 세우고 다음에 提示된 分散 分析(表2)을 통해서 遺傳子型과 環境사이의 相互作用 有無를 밝혔는데 이때 y_{ijk} 는 i번째 品種의 j번째 環境에서의 k번째 반복의 觀測値이며 rij는 i번째 品種의 j번째 環境과의 相互作用이고 eijk 는 임의 誤差이다. 表2의 適合 缺如 平方和는 回歸로 부터의 偏差平方和로부터 純誤差平方和를 뺀 값으로 模型 3에 의하면 rij 에 의한 平方和에 해당하여 Fs = MSL/MSE에 의해 rij = 0이라는 假說에 대한 F檢定을 하였다. 또한 βi = 1에대한 假說 檢定은 :

$$t_s = \frac{\beta_i - 1}{S\beta_i}$$

이때 $S\beta i = \sqrt{mes/\Sigma I_i^2}$에 의해 t 檢定을 利用하였다.

Fs가 有意하지 않고 βi = 1의 假定이 有意하지 않을 때 Eberhart[4]나 Marquez-Sanchez[14]의 定義에 의하면 遺傳子型과 環境과의 相互作用이 없는 安定性品種, 廣地域適應性 品種이라 할 수 있다.

結果 및 考察

1. 環境에 대한 品種의 收量 安定性

1) 적채면 收量

2개 地域에 4년간 供試한 6品種에 대해 적채면수량의 環境에 대한 安定性 尺度를 나타낸 것이 表3 및 그림1이다.

Table 3. Picked cotton yield

Cultivar	Mean(kg/10a)	Regr.coef.	MSL	R^2
Mokpo4	114.5	0.95	390.12**	0.987
Mokpo5	122.2	0.92	625.79**	0.977
Mokpo6	115.1	0.93*	120.26**	0.996
Mokpo7	116.9	0.92	461.86	0.983
Coker100W	108.5	1.13**	370.77**	0.991
Paymaster	116.6	1.12**	540.85**	0.987
Mean	115.6			

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

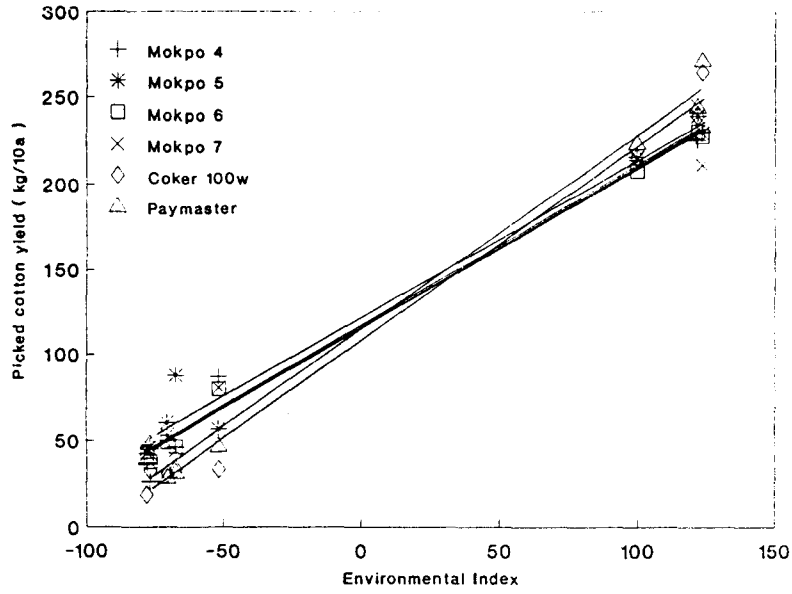

Fig. 1. Regression of mean picked cotton yields of cotton cultivar on environmental indices grown at 2 locations in 4 years.

表3 및 그림1에 의하면 각 品種들의 平均적채면 收量間에 差異가 있을 뿐 아니라 環境 指數와 品種적채면 收量과의 回歸 係數및 適合缺如平均平方和(MSL)도 顯著한 差異가 있음을 알 수 있었다. 10a당 적채면 收量에서는 Mokpo 5號가 122kg으로 가장 높고 다음은 Mokpo 7號와 Paymaster였으며 Mokpo 4號와 6號는 전체 平均 적채면 收量과 거의 비슷한 收量을 보였고 Coker 100w는 全體 平均 적채면 收量보다 낮은 收量을 보인 品種들이었다. 安定性의 判定에 사용되는 回歸 係數와 MSL을 보면 Mokpo 5호와 7호는 수량이 비교적 높은 반면 회귀 계수가 0.92로 1보다 적어 Finlay와 Wilkinson[5]의 定義에 의하면 表現型的 安定性 品種이나 MSL도 높아 環境에 銳敏한 反應을 보이는 特定地域에서 多收穫을 낼 수

Table 4. Stalk-cut cotton yield

Cultivar	Mean(kg/10a)	Regr.coef.	MSL	R^2
Mokpo4	46.8	0.84**	147.89**	0.967
Mokpo5	53.0	0.98*	280.39**	0.956
Mokpo 6	54.7	1.02	130.67**	0.980
Mokpo 7	55.7	0.98	76.81	0.986
Coker 100w	56.5	1.01	149.76**	0.976
Paymaster	63.8	1.15**	28.05**	0.996
Mean	55.1			

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

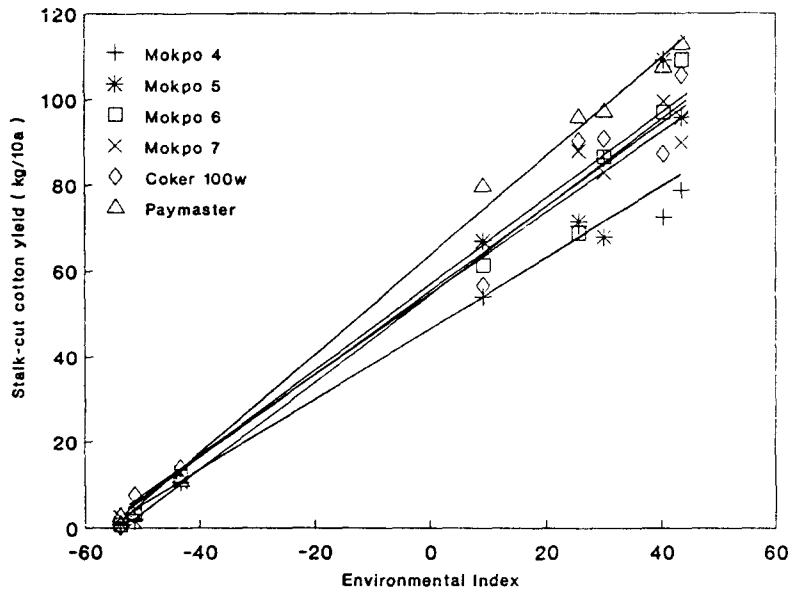

Fig. 2. Regression of mean stalk-cut cotton yields of cotton cultivar on environmental indices grown at 2 locations in 4 years.

있는 品種으로 보였다. Mokpo 4號, 6號, Paymaster는 平均收量을 보이며 回歸 係數도 1에 가까우나 MSL에 有意性이 나타나 遺傳子型과 環境과의 相互作用이 있는 것으로 나타났으며 Coker 100ʷ는 絶對收量이 떨어지는 品種이었다.

2) 목채면 收量

목채면 收量을 環境에 대한 安定性의 尺度로 나타낸 것이 表4및 그림2이다. 表4및 그림2에 의하면 각 品種들의 平均 목채면 收量間에 差異가 있을 뿐 아니라 環境 指數와 品種 목채면 收量과의 回歸 係數및 適合缺如 平均平方和(MSL)도 顯著한 差異가 있었음을 알 수 있었다. 10a당 목채면 收量에서는 Paymaster가 63.8kg으로 가장 높고 다음은 Coker 100ʷ, Mokpo 7號로서 56.5, 55.7kg이었으며 Mokpo 4, 5號는 全體 平均 收量보다 낮은 收量을 보인 品種들이었다.

安定性의 判定에 使用되는 回歸係數와 MSL을 보면 Paymaster의 平均收量은 比較的 높은 반면 回歸 係

Table 5. Lint yield

Cultivar	Mean(kg/10a)	Regr.coef.	MSL	R^2
Mokpo4	56.9	0.95	77.77**	0.937
Mokpo5	64.3	0.91*	59.01**	0.947
Mokpo6	60.2	0.83**	43.95**	0.395
Mokpo7	61.0	0.87	112.47	0.897
Coker 100ʷ	61.5	1.33**	89.75**	0.960
Paymaster	67.5	1.11	98.18**	0.938
Mean	61.8			

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

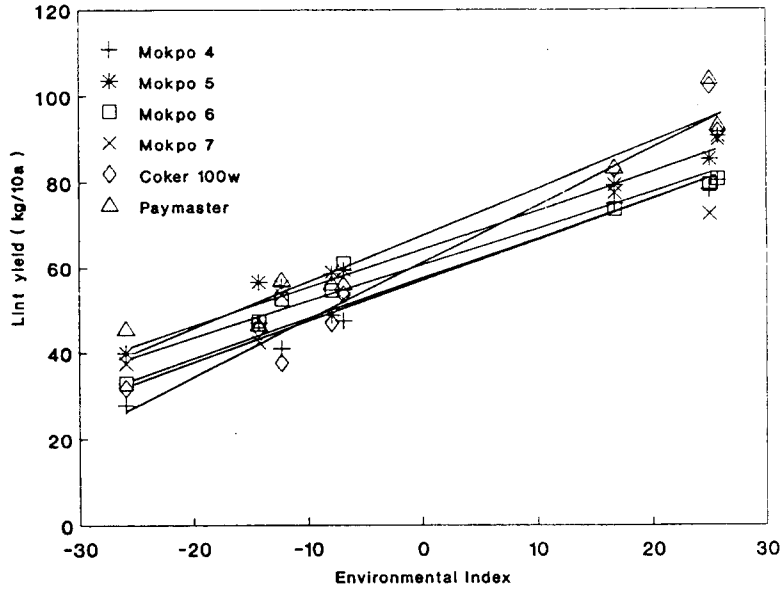

Fig. 3. Regression of mean lint yields of cotton cultivar on evironmental indices grown at 2 location in 4 years.

數가 1.15로서 βi = 1이라는 假說에 有意性이 認定되었고 MSL도 높아 環境에 銳敏한 反應을 보이는 特定 好地域에서 多收穫을 기대할 수 있는 品種으로 보였다. Mokpo 6, 7號와 Coker 100w 는 平均收量을 보이며 回歸 係數도 1에 가깝고 有意性이 없어 環境에 관계없이 安定된 品種으로 보였다. Mokpo 4, 5號는 絶對收量이 떨어지는 品種이었다.

3) 조면收量

조면收量의 環境에 대한 安定性 尺度를 나타낸 것이 表5및 그림3 이다. 表5 및 그림3에 의하면 각품종들의 平均 조면 收量間에 差異가 있을 뿐 아니라 環境 指數와 品種 조면 收量과의 回歸 係數및 適合缺如平均平方和(MSL)도 顯著한 差異가 있음을 알 수 있었다. 10a當 조면 收量에서는 Paymaster가 67.5kg으로 가장 높고 다음은 Mokpo 5號로서 64.3kg 이었으며 Mokpo 6, 7號와 Coker 100w 는 全體 平均조면 收量과 거의 비슷한 收量을 보였고 Mokpo 4

Table 6. Stem length

Cultivar	Mean(kg/10a)	Regr.coef.	MSL	R^2
Mokpo4	80.6	0.97	42.36**	0.987
Mokpo5	79.6	1.02	45.65**	0.981
Mokpo6	79.5	0.94*	11.14	0.988
Mokpo7	83.5	1.05	136.58**	0.951
Coker100w	85.5	0.98	14.85*	0.990
Paymaster	81.1	1.02	35.03**	0.983
Mean	81.7			

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

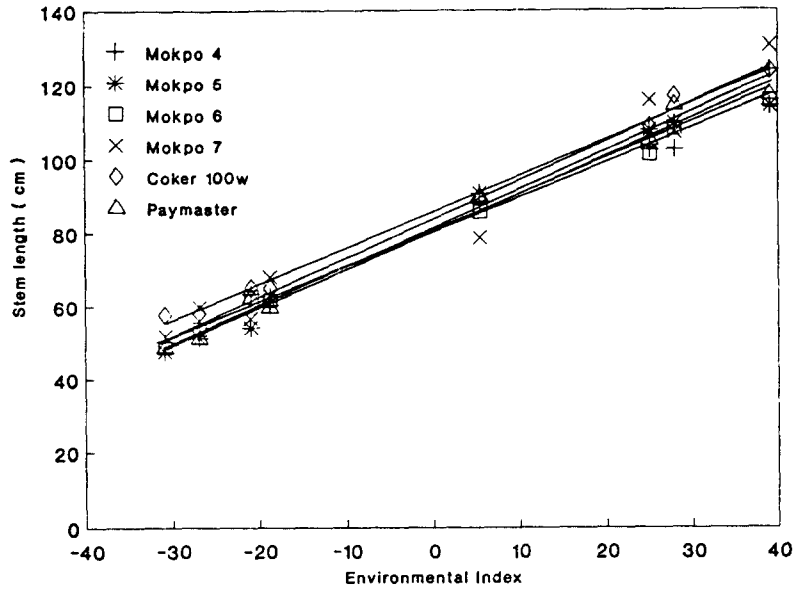

Fig. 4. Regression of mean stem length of cotton cultivar on environmental indices grown at 2 locations in 4 years.

號는 全體 平均 조면收量보다 낮은 收量을 보인 品種이었다.

安定性 判定에 사용되는 回歸 係數와 MSL을 보면 Paymaster와 Mokpo 5號는 平均收量도 높고 回歸係數도 1에 가까우나 MSL에 有意性을 보여 遺傳子型과 環境과의 相互作用이 있는 것으로 判定되었으며 平均收量을 보인 Mokpo 6號와 Coker 100^{w} 역시 MSL에 有意性을 보여 遺傳子型과 環境과의 相互作用이 있는 것으로 判定되었다. Mokpo 4號는 絶對收量이 떨어지는 品種인 反面 Mokpo 7號는 回歸 係數와 MSL에 有意性이 없어 安定性 品種으로 보였다.

2. 收量構成 形質에 관한 品種의 安定性

목화의 收量을 構成하는 形質들은 많으면서도 複合的이고 그 형성 과정도 다르기 때문에 品種들의 收量에 관한 環境安定性 結果를 명백히 해석한다는 것은 매우 어렵다. 다만 여기서는 중요시 되는 收量 構成 要素들에 대하여 收量에서와 마찬가지로 地域 環境에 대한 適應性을 分析하고 그 結果와 收量에 관한 品種의 安定性을 관련시켜 檢討하고자 하였다.

1) 莖長

供試品種들의 莖長과 環境 指數와의 關係는 表6및 그림4와 같다. 莖長은 Mokpo 7號와 Coker 100^{w}가 83.5cm, 85.5cm로 컸고 Mokpo 4號및 Paymaster

Table 7. No. of bearing branch

Cultivar	Mean(kg/10a)	Regr.coef.	MSL	R^2
Mokpo4	8.7	1.05	0.46	0.952
Mokpo5	9.3	0.96	1.63**	0.897
Mokpo6	8.9	0.97	0.47	0.944
Mokpo7	9.3	1.01	0.97	0.903
Coker100^{w}	8.5	1.14	1.44	0.889
Paymaster	9.0	0.85	1.29	0.847
Mean	8.9			

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

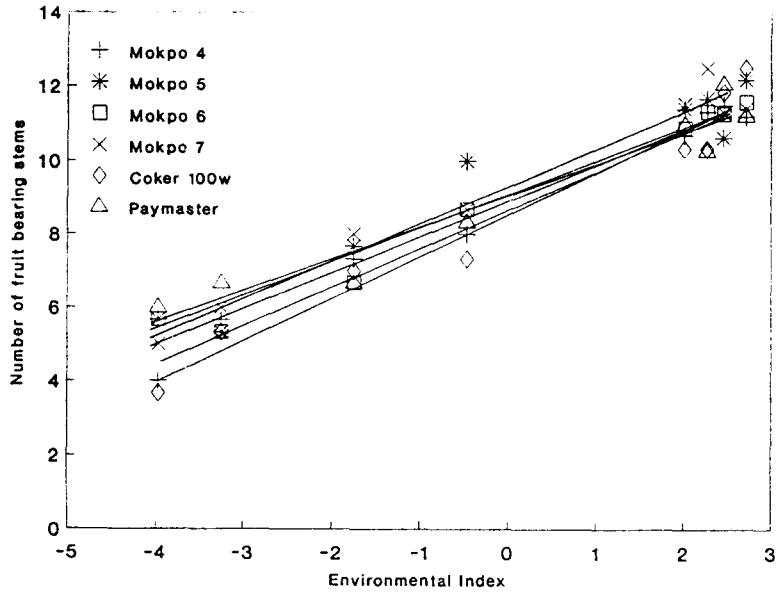

Fig. 5. Regression of mean number of fruit bearing stems of cotton cultivar on environmental indices grown at 2 locations in 4 years.

는 全體 平均莖長 81.7cm와 비슷하였으며 Mokpo 5,6號는 全體 平均莖長보다 짧은 短稈 品種이었다. 環境適應性은 Mokpo 7號의 回歸 係數는 1.05로 有意性이 認定되지 않았으나 MSL에 有意性이 나타나 安定性 品種으로 보였으며 Mokpo 4,5號및 Coker 100w와 Paymaster 品種은 MSL에 유의성이 인정되어 遺傳子型과 環境과의 相互作用이 있는 것으로 判定되었다.

2) 結果枝數

品種의 結果枝數에 대한 環境適應性 分析 結果는 表7및 그림5와 같다.

結果枝數가 가장 많은 品種은 Mokpo 5號와 7號로서 9.3개 였으며 Mokpo 6號및 Paymaster는 8.9~9.0개였고 그 외 品種들은 全體 平均結果枝數에 미치지 못하는 것들이었다. 品種에 대한 適應性分析을 보면 結果枝數가 많은 Mokpo 7號는 回歸 係數가 1.01로 有意性이 없었고 MSL도 有意하지 않아 안정성을 보인 品種이며 Mokpo 5號는 回歸係數가 1에 가까워 有意性은 없었으나 MSL에서 유의성을 보여 遺傳子型과 環境과의 相互作用을 보였다.

3) 삭수

供試品種들의 삭수와 環境 指數와의 관계는 表8및 그림6과 같다. 삭수가 가장 많은 品種은 Mokpo 7號로 12.7개이며 Coker 100w와 Paymaster를 除外하고는 나머지 품종 모두 平均的 삭수를 보였다. 品種에 대한 적응성 分析을 보면 삭수가 가장 많은 Mokpo 5, 6, 7,號는 回歸 係數와 MSL에서 모두 유의성이 없어 안정성을 보였고 Mokpo 4號, Coker 100w와 Paymaster는 MSL에서 유의성이 나타나 遺傳子型과 環境과의 相互作用이 있었다.

摘 要

1987年부터 1990年까지 4個年에 걸쳐 무안과 진주지역에서 遂行했던 목화 시험에 대한 成績을 이용하여 목화 품종들의 環境適應性을 收量및 收量 構成要素別로 檢討하여 環境安定性 목화 품종 育成에 필요한 基礎 資料를 얻고자 分析했던 바 Mokpo 7號는 環境에 대한 높은 안정성을 보여 이 品種의 環境安定性 品種 育成에 이용가치가 높은 것으로 期待된다. 또한 品種의 收量에 대한 環境安定性 反應에는 結果指數와 삭수의 影響이 큰 것으로 나타났다.

Table 8. No. of capsule

Cultivar	Mean(kg/10a)	Regr.coef.	MSL	R^2
Mokpo4	12.3	0.98	4.77**	0.930
Mokpo5	12.5	1.04	1.01	0.980
Mokpo6	12.5	0.92	2.09	0.930
Mokpo7	12.7	0.97	0.50	0.965
Coker100w	11.9	1.05	1.27*	0.980
Paymaster	12.1	1.01	2.01*	0.963
Mean	12.3			

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

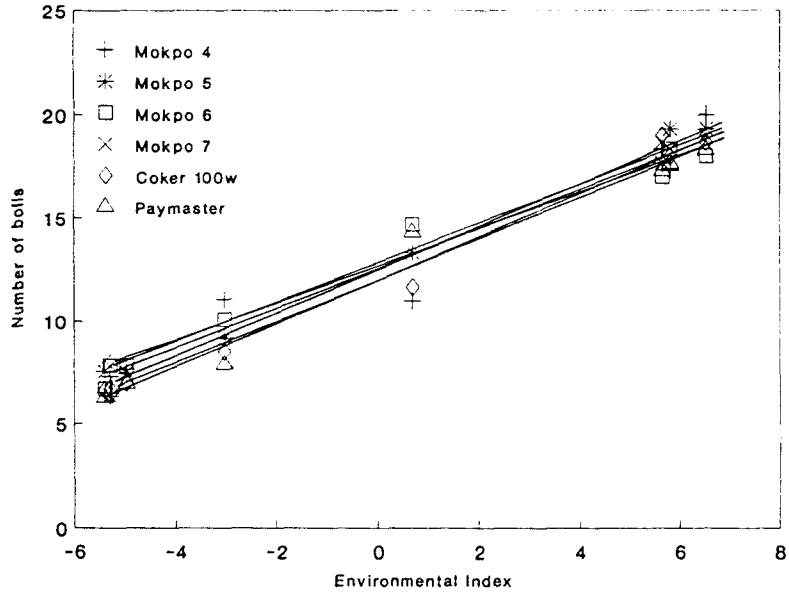

Fig.6. Regression of mean number of bolls of cotton cultivar on environmental indices grown at 2 locations in 4 years.

引 用 文 獻

1. Beaver, J. S., C. V. Paniagua, D. P. Coyne, and G. F. Freytag. 1985. Yield stability of dry bean genotypes in the Dominican republic Crop Sci. 25 : 923-926.
2. Casler M. D., and A. W. Hovin. 1984. Genotype×Environment interaction for reed canarygrass forage yield. Crop Sci. 24 : 633-636.
3. 崔鉉玉,李種薰. 1976. 水稻品種의 地域 環境適應性과 收量安定性의 評價에 관한 硏究. 農試論 文集(作物) 18: 17-33.
4. Eberhart, S. A., and W. A. Russell. 1966. Stability Parameters for comparing varieties. Crop sci. 6 : 36-40.
5. Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Austr. J. Agric. Res. 14 : 742-754.

6. Francis, C.A., Mohammad Saeed, L. A. Nelson, and R. Moomaw. 1984. Yield stability of sorghum hybrids and random - Mating population in early and late planting dates. Crop Sci. 24 : 1109-1112.
7. Heichel, G. H., G. Hardarson, D. K. Barnes, and C. P. Vance. 1984. Dinitrogen fixation, herbage yield, and rhizobial preference of selected alfalfa clones. Crop Sci. 24 : 1093-1096.
8. Heinrich, G. M., C. A. Francis, J. D. Eastin, and Mohammad Saeed. 1985. Mechanisms of yield stability in sorghum. Crop Sci. 25 : 1109-1113.
9. Joel F. Mahull, Johnie N. Henkins, J. C. Mc Carty, Jr., and W. L. Parrott. 1984. Performance and stability of doubled haploid lines of U1 cotton derived via semigamy. Crop Sci. 24 : 271-277.
10. Kang, M. S. and J. D. Miller. 1984. Genotype×Environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. Crop Sci. 24 : 435-440.
11. 金祥坤, 朴洪在, 成炳列, 鄭東熙. 1992. 施肥量과 栽植密度가 목화의 開花및 결삭에 미치는 영향. 韓作誌 37(5) : 436-441.
12. 李正日, 朴用換, 鄭奎鎔, 朴來敬. 1986. 비닐피복이 면화의 生育및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 31(4): 434-439.
13. 李相陽, 李殷燮, 鄭東熙, 千種殷, 河龍雄, 成炳列. 1988. 보리 奬勵品種의 主要 農業形質에 대한 地域適應性및 遺傳力. 韓育誌 20(3) : 199-206.
14. Fidel Marquez - Sanchez. 1973. Relationship between Genotype×Environment interaction and Stability parameters. Crop Sci. 13: 577-579.
15. Parrott, W. A., and R. R. Smith. 1984. Production of 2n pollen in red clover. Crop Sci. 24 : 469-472.
16. Rincker, C. M., J. C. Dean, and R. G. May. 1984. Stability of "Soratoga" Bromegrass populations from different breeder seed syntheses, locations of seed producton, and seed maturities at harvest. Crop Sci. 24 : 233-236.
(접수일:1995년 8월 20일)