

## 목화의 F<sub>2</sub>잡종집단에 대한 유전분석

정 원 복

동아대학교 생명자원과학대학

### Genetic Analysis of Quantitative Characters by Diallel Cross in Cotton

Won Bok Chung

Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan 604-714

#### Abstract

The experiment was conducted to get basic information for cotton breeding program through four-variety diallel cross population. Additive, dominant, maternal, and reciprocal effect were observed significantly for days to maturity. Based on the Vr-Wr graphical analysis, the characters, number of bolls per plant, boll weight, seed and lint weight per boll, lint weight per boll, width of seed, 100-seed weight, days to flowering, and days to maturity were found to inherit incomplete dominance, and the characters of number of bolls per plant, width of seed, number of seeds per boll, and length of seed were assumed to inherit over dominance. The component of genetic variance analysis for boll weight, seed and lint weight per boll, lint weight per boll, number of seeds per boll, length of seed, and days to flowering showed that additive effects were higher than dominant effects. The narrow-sense heritability( $h^2_N$ ) for boll weight, seed and lint weight per boll, lint weight per boll, days to flowering, and days to maturity showed high values as more than 43.19%. The estimate of broad-sense heritability( $h^2_B$ ) value was higher than that of  $h^2_N$  because of the low importance of dominance effects.

**Key words** – cotton, diallel cross, additive effect, over dominance, narrow-sense heritability

#### 서 론

우리나라에서 목화재배의 기원은 고려 때 1365년 문익점이 아시아면(*Gossypium arboreum*)의 종자를 원나라에서 처음 도입 시배하였고, 그 뒤 육지면(*Gossypium hirsutum*)은 1904년 若松에 의해 미국으로부터 도입되어 우리나라의 의생활에 크게 이바지하였다.

우리나라 목화재배의 부진 요인은 무상기간이 짧고 재

배기간 중 온도가 낮아 생육기간이 비교적 긴 육지면을 생산하기에는 남부지방 일부를 제외하고는 부적합하기 때문이다. 그리고 우리나라에서 생산되는 목화는 섬유장도 짧아 품질 면에서도 질이 좋은 외국산과 경쟁이 어려웠을 뿐만 아니라 각종 화학섬유가 발달함에 따라 국내 생산이 더 어렵게 되었다. 그러나 오늘날의 면직물은 그 우수성 때문에 소비가 증가하고 있는 실정이다. 면섬유는 탄력성과 장력이 강하여 방적이 쉽고 직물의 광택과 촉감이 양호하며 보온력과 흡습성이 크고 염색이 잘되는 등 화학섬유가 갖지 못한 우수한 특성을 갖고 있기 때문에 전 세계적으로 볼 때 면섬유는 화학섬유의 등장에도 불구하고 여전히 섬

\*To whom all correspondence should be addressed

Tel : 051-200-7542, Fax : 051-206-4475

E-mail : Wbchung@mail.dong.ac.kr

유로서 높은 위치를 차지하고 있다.

목화의 생산면에서 양적 형질의 유전분석에 대한 연구는 중요 형질의 유전력, 우성정도, 평균우성도 및 유전자의 분포상태 등에 대하여 이루어졌다[16,18,20]. 목화의 각 형질에 대한 광의의 유전력을 추정된 결과는 주당삭수가 72-94%, 조면수량이 60-94%, 개화일수가 35-84%, 개서일수가 78-98%, 조면비율이 41-94%, 그리고 삭중이 30-90%라고 하였다[15,17,20,21]. 이러한 결과들을 볼 때 중요 형질에 대한 유전력의 추정은 육종과정에서 중요한 정보라고 할 수 있다. 이는 각 연구자에 따라 또는 육종자료에 따라 그 차이가 크다고 하였으며, 또 다른 결과에서는 성숙기가 62%라는 보고도 있다[16,18]. 그리고 1961~1981년까지 20년간 육성된 섬유량에 대한 육종효과[10]를 보면 매년 증가현상을 가져왔다고 한다[1-3,6,9,11-14]. 또 Vr-Wr 그래프에서 각 형질에 대한 우성의 정도는 삭당 조면중이 F<sub>1</sub>세대에서 불완전 우성으로 유전된다는 보고[15,17,20], 그리고 개서일수가 F<sub>1</sub>세대에서 초우성[17,20] 및 불완전 우성[15] 유전된다는 보고 등이 있다. 주당삭수는 F<sub>1</sub>세대에서 각각 초우성[15,20]과 불완전 우성[17]으로, 삭중은 초우성[17]과 불완전 우성[15,20]이라고 보고한 결과로 볼 때 각 형질의 우성 정도가 각 교배조합에 따라 현저한 차이가 있다고 평가하였다.

## 재료 및 방법

이 시험에 사용된 목화품종은 특성을 고려한 중국종 Chamen, 미국종 Texas wool, Okra home, Red leaf 등 4품종이었고, 이들을 이면 교배하여 얻은 正·逆 12개 조합의 F<sub>2</sub>세대와 이들 교배친을 사용하였다.

각 형질 조사는 주당삭수, 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중, 삭당 종자수, 종자폭, 종자장, 종자 100립중, 개화일수 및 개서일수 등을 측정하여 분석하였으며, 유전자 분포상태와 우성정도는 Hayman과 Jinks의 분석법[4,5,7,8]에 의하였다.

## 결과 및 고찰

### Vr-Wr 그래프 분석

품종의 분산에 대한 Vr, Wr값을 계산하여 각 형질에 따른 공시품종에서 관여유전자의 분포상태를 보기 위한 親의

平均値의 分散(Vp), 各行의 測定値의 分散(Vr), 親子間의 共分散(Wr) 등을 산출하여 Vr-Wr graph를 그린 결과는 Fig. 1, 2와 같다. Fig. 1에서 주당삭수는 회귀직선이 거의 원점에 가깝게 통과함으로써 F<sub>2</sub>세대는 완전우성에 가까운 불완전 우성으로 유전되었다. 품종의 분포상태는 1(Chamen)·2(Texas wool)·4(Red leaf)품종이 원점 가까이 優性帶에, 3(Okra home)품종이 원점에서 멀리 떨어진 劣性帶에 위치함으로써 각각 우성과 열성 유전자를 많이 가진 것으로 평가된다. 삭중도 불완전 우성으로 평가되며, 4품종은 우성대에, 1·2·3품종은 열성대에 위치하여 우성과 열성 유전자를 많이 가진 것으로 생각된다. 삭당 실면중은 불완전 우성으로, 3·4품종이 우성대에, 2품종이 열성대에 위치하였다. 회귀계수 b값이 0.259로서 비교적 낮아 비대립 유전자의 관여가 있을 것으로 생각된다. 삭당 종자수는 회귀직선이 원점 아래로 통과함으로써 초우성으로 유전되고, 3·4품종이 우성대에, 2품종이 열성대에 각각 위치하였다. 삭당 조면중은 불완전 우성으로 유전되고, 4·3품종이 우성대에, 2품종이 열성대에 위치하여 우성과 열성 유전자를 각각 가진 것으로 평가된다. 즉, 4·3품종은 섬의 증가에 관여하는 우성 유전자를 많이 가진 것으로 생각된다. 종자폭은 불완전 우성이고, 1·3·4품종이 우성대에, 2품종이 열성대에 위치하여 각각 우성과 열성 유전자를 많이 가진 것으로 생각된다. 개서일수는 불완전 우성으로 유전되고, 1·2·3품종이 우성대에, 4품종이 열성대에 위치하며 회귀직선 b값도 0.780으로서 높아 비대립 유전자의 관여가 없을 것으로 생각된다. 이들의 결과에서 4품종(Red leaf)은 주당삭수, 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중 등이 우성대에 위치하여 삭수가 많고, 삭중 및 실면중이 무거워 최후의 목적물인 삭당 조면중이 증가하는 경향을 보일 것으로 생각된다. 그리고 삭당 조면중이 잡종 F<sub>1</sub>세대에서 불완전 우성으로 유전된다는 보고[15, 17, 20]와도 일치하는 경향이였다.

### 유전분산의 성분분석

이면교잡의 분석법에 의한 F<sub>2</sub>세대의 각 형질에 대한 정·

목화의 F<sub>2</sub>잡종집단에 대한 유전분석

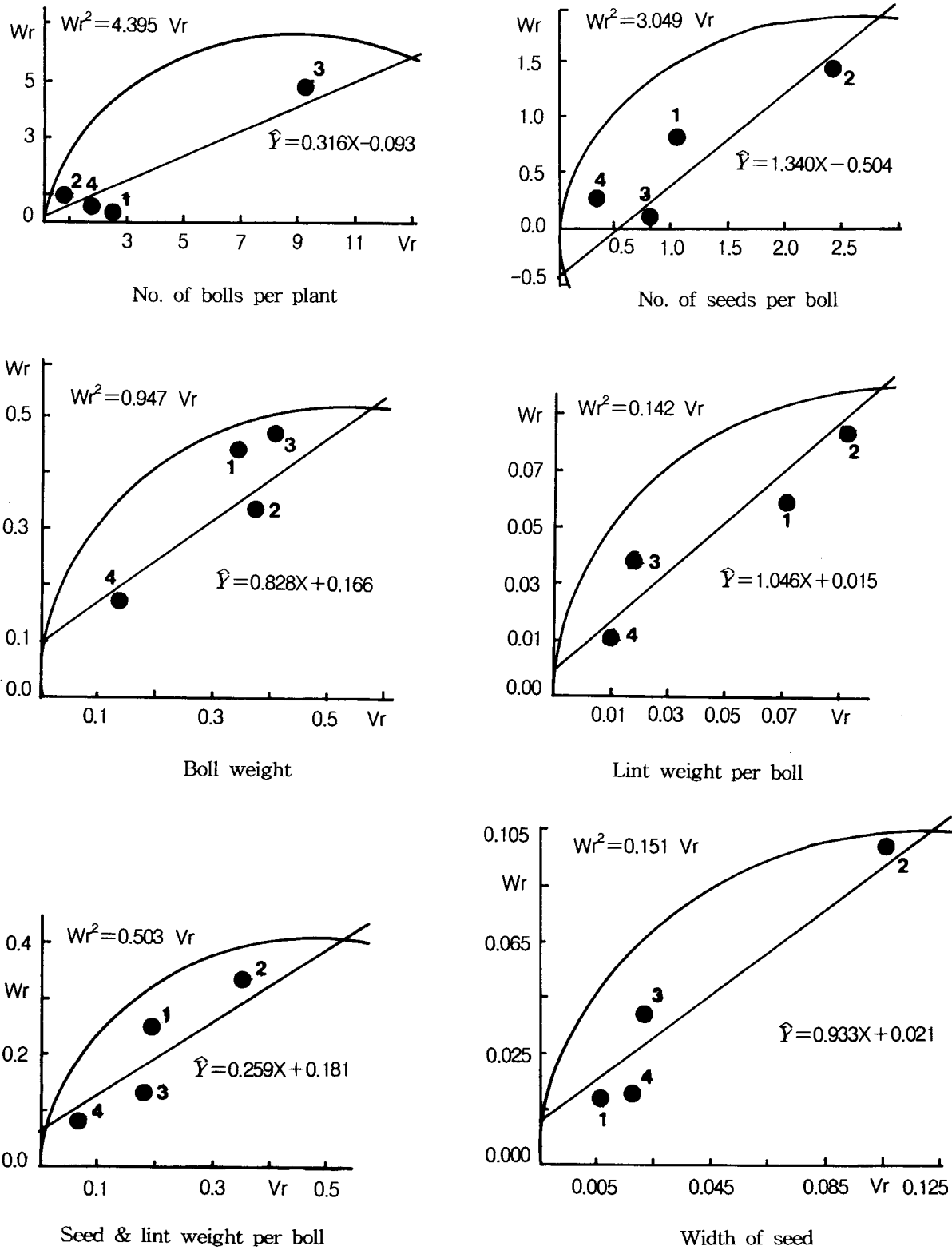


Fig. 1. Vr-Wr graph of the four parents diallel analysis for six characters.

1: Chamen, 2: Texas wool, 3: Okra home, 4: Red leaf.

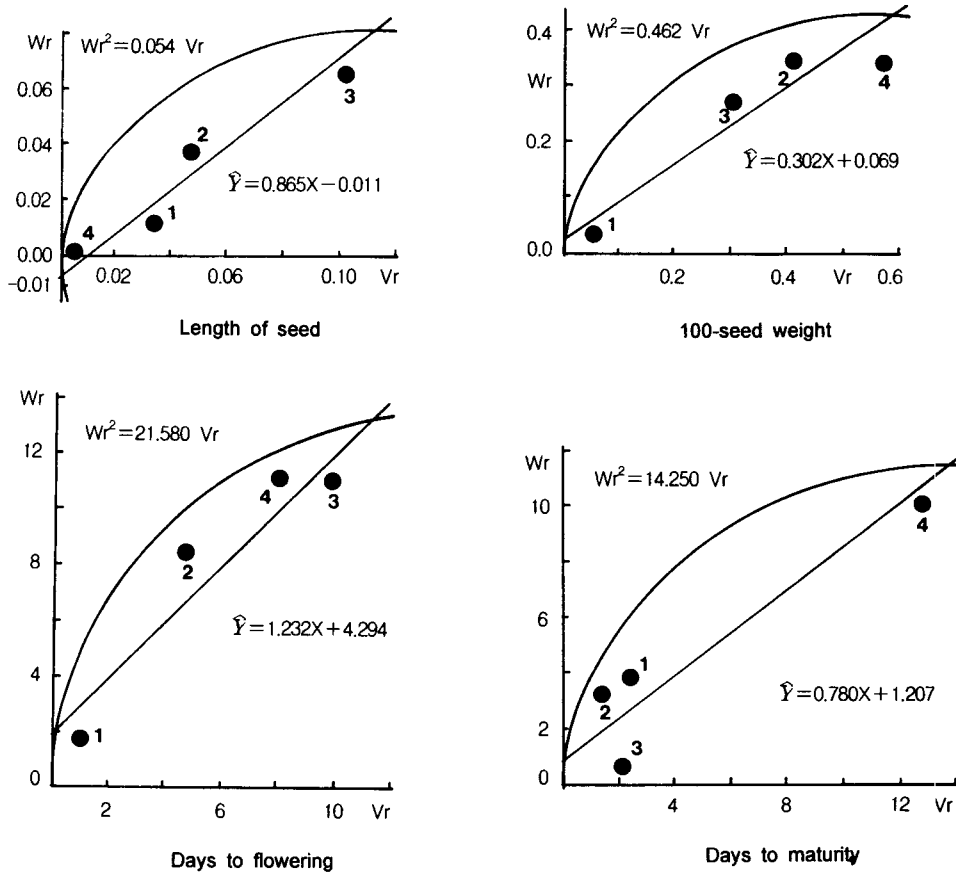


Fig. 2. Vr-Wr graph of the four parents diallel analysis for four characters.  
1: Chamen, 2: Texas wool, 3: Okra home, 4: Red leaf.

역교배의 전체분산에서 상가적 효과(a), 우성효과(b), 모본 효과(c) 및 정·역간의 효과(d)를 구명하고자 각 조합별로 분할하여 분산분석한 결과는 Table 1과 같다. 상가적 효과는 주당삭수, 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중, 삭당 종자수, 종자폭, 종자장, 종자 100립중, 개화일수, 개서일수의 모든 형질에서 유의하였고, 우성효과는 주당삭수, 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중, 삭당 종자수, 종자폭, 종자 100립중, 개화일수, 개서일수에서 유의하였다. 모본효과는 주당삭수, 개화일수, 개서일수에서 유의하였고, 정역간의 효과는 개서일수에서만 유의하였다.

각 형질에 대한 분산성분으로 분산비를 구하여 이들의 값으로 유전현상을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 주당삭수, 종자폭, 종자 100립중, 개화일수는  $D < H_1$ 로서 상가적 효과보다 우성효과가 크게 작용하였다. 그러나 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중, 삭당 종자수, 종자장, 개서일수 등은

$D > H_1$ 로서 우성효과보다 상가적 효과가 크게 작용하였다. 특히 증량적 형질로서 중요한 삭중과 삭당 조면중에서 삭중은 우성효과보다 상가적 효과가 크고, 환경적 효과(E)가 0.082로서 그 영향을 적게 미친다. 또한 우성·열성 유전자의 평균빈도( $H_2/4H_1$ )는 0.250인 50 : 50으로 안정되어 있으며, 상가적 효과인 협의의 유전력( $h^2_n$ )도 69.85%로 높아 선발의 효과가 클 것으로 생각된다. 삭당 조면중도 우성효과보다 상가적 효과가 높으며, 환경적 영향이 0.008로 적고, 우성·열성 유전자의 평균빈도가 0.250인 50 : 50으로 매우 안정된 값을 보였다. 그리고 상가적 효과인 협의의 유전력이 80.48%로 높았다. 이러한 결과는 다른 보고[15,17,20]와 유사한 경향을 보인다. 조숙화와 관계하는 經時的 形質인 개서일수는 상가적 효과가 우성효과보다 크고, F치가 정으로 높아 우성대립 유전자의 관여가 크며, 환경적 영향이 크게 작용하고 우성의 정도( $H_1/D$ )는 1.002로서 높았다.

목화의 F<sub>2</sub>잡종집단에 대한 유전분석

Table 1. Analysis of variance for ten quantitative characters in the F<sub>2</sub> generation of 4×4 diallel cross in cotton

Characters	Source of variation	Replication	a	b	c	d	Error
	df	2	3	6	3	3	30
No. of bolls per plant		0.320	12.131**	13.730**	16.710**	7.630	1.731
Boll weight		0.059	4.723**	0.480**	0.059	0.034	0.082
Seed and lint weight per boll		0.032	2.648**	0.291**	0.042	0.026	0.036
Lint weight per boll		0.005	0.863**	0.054**	0.017	0.023	0.008
No. of seeds per boll		0.099	13.614*	4.072**	1.136	3.330	1.925
Width of seed		0.067	0.124**	0.129**	0.057	0.030	0.025
Length of seed		0.071	0.373**	0.074	0.025	0.052	0.033
100-seed weight		1.547	2.420**	1.608*	0.371	0.200	0.506
Days to flowering		11.898*	76.114**	28.583**	10.888*	6.833	3.095
Days to maturity		33.062**	44.026**	19.515**	134.806**	20.472**	1.462

\*\* , Significant at the 1% level. a, additive effect; b, dominant effect; c, maternal effect; d, reciprocal effect.

Table 2. Estimates of genetic parameters for quantitative characters in the F<sub>2</sub> generation of the diallel cross in cotton

Character	Estimated values					Proportional values			
	D	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	F	E	H <sub>1</sub> /D	H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	h <sup>2</sup> <sub>N</sub> (%)	h <sup>2</sup> <sub>B</sub> (%)
No. of bolls per plant	2.957	9.531	7.805	3.549	1.731	1.815	0.204	12.26	58.13
Boll weight	0.668	0.301	0.302	-0.090	0.082	0.661	0.250	69.85	84.49
Seed and lint weight per boll	0.398	0.163	0.173	-0.040	0.036	0.620	0.265	72.00	87.49
Lint weight per boll	0.142	0.034	0.034	0.001	0.008	0.488	0.250	80.48	90.70
No. of seeds per boll	1.288	0.779	0.901	-0.446	1.925	0.378	0.289	20.35	27.04
Width of seed	0.029	0.059	0.065	-0.001	0.025	-1.282	0.275	17.41	49.35
Length of seed	0.123	0.057	0.049	0.081	0.033	0.843	0.214	35.29	51.71
100-seed weight	0.110	0.276	0.400	-0.175	0.506	-6.456	3.623	11.20	24.46
Days to flowering	16.265	20.733	20.154	5.571	3.095	1.020	0.243	44.32	76.46
Days to maturity	14.565	14.399	12.383	9.871	1.462	1.002	0.214	43.19	81.38

요 약

목화 특성을 고려한 4개 품종을 이면교배하여 얻은 F<sub>2</sub>세대의 12개 조합을 재료로 각 형질에 대한 유전자의 분포상태 및 우성정도 등을 산출한 결과는 다음과 같다.

개서일수는 상가적 효과, 우성효과, 모본효과, 정역간의 효과에서 유의하였다. 주당삭수와 개화일수는 상가적 효과, 우성효과, 모본효과에서 유의하였고, 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중, 종자수, 종자폭, 종자 100립중은 상가적 효과와 우성효과에서 유의하였으며, 종자장은 상가적 효과에서만 유의하였다. Vr-Wr graph에서 주당삭수, 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중, 종자폭, 종자 100립중, 개화일수, 개서일수는 불완전 우성으로 유전되고, 삭당 종자수, 종자

장은 초우성으로 유전되었다. 유전분산 성분에서 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중, 삭당 종자수, 종자장, 개화일수는 상가적 효과가 우성효과보다 컸고, 주당삭수, 종자폭, 종자 100립중, 개서일수는 우성효과가 상가적 효과보다 컸다. 협의의 유전력은 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중, 개화일수, 개서일수가 43.19% 이상으로 높았고, 광의의 유전력은 주당삭수, 삭중, 삭당 실면중, 삭당 조면중, 종자장, 개화일수, 개서일수가 51.71% 이상으로 높았다.

감사의 말

이 논문은 2001학년도 동아대학교 학술연구비(연구 기초 자료비)에 의하여 연구되었음.

## 참 고 문 헌

1. Bing Tang, Johnie N. Jenkins, J. C. McCarty, and C. E. Watson. 1993. F<sub>2</sub> hybrids of host plant germplasm and cotton cultivars. I. Heterosis and combining ability for lint yield and yield components. *Crop Science* **33**, 700-705.
2. Bowman, D. T. and J. E. Jones. 1984. A diallel study of bract surface area / lint weight per boll ration in cotton. *Crop Science* **24**, 1137-1141.
3. Grimes, D. W. and H. Yamada. 1982. Relation of cotton and yield to minimum leaf water potential. *Corp Science* **22**, 134-139.
4. Hayman, B. I. 1954a. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics* **10**, 235-244.
5. Hayman, B. I. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* **39**, 787-809.
6. Jerry L. Baker, and Laval M. Verhalen. 1973. The inheritance of several agronomic and fiber properities among selected lines of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Science* **13**, 444-450.
7. Jinks, J. L. 1954. The analysis of continuous variation in a diallel cross of nicotiana rustica varieties. *Genetics* **39**, 767-786.
8. Jinks, J. L. 1955. A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel cross. *Heredity* **9**, 233-238.
9. Marani, A. and J. Dag 1962. Inheritance of the ability of cotton seeds to germinater at low temperature in the first hybrid generation. *Crop Science* **2**, 243-245.
10. Meredith, Jr. and R. R. Bridge. 1983. Effect of environments and genetic backgrounds on evaluation of cotton iso lines. *Crop Science* **23**, 51-54.
11. Quisenberry, J. E. 1975. Inheritance of properties among crosses of acala and high plains cultivars of upland cotton. *Crop Science* **15**, 202-204.
12. Randy Wells, William R. and Meredith, Jr. 1984. Comparative growth obsolete and modern cotton cultivars. I. Vegetative dry matter partitioning. *Crop Science* **24**, 858-862.
13. William, R. Meredith, Jr., R. R. Bridge. and J. F, Chism. 1970. Relative preformance of F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> hybrids form doubled haploids and their parent varieties in upland cotton. *Gossypium hirsutum* L. *Crop Science* **10**, 295-298.
14. William, R., Meredith, Jr. and R. R. Bridge. 1972. Heterosis and gene action in cotton. *Gossypium Hirsutum* L. *Crop Science* **12**, 304-309.
15. 崔周鎬. 1999. 목화 유용형질의 잡종강세효과와 유전분석. 상지대학교 대학원 박사 학위논문, 1-85.
16. 鄭元福·金京泰. 1992. 목화의 이면교잡에 의한 유전력 및 잡종강세의 정도. 동아대 농업자원연구소보 **1**, 27-38.
17. 鄭元福·鄭大守·丁海鎭·張權烈. 1992. 목화의 이면교잡에 의한 양적형질의 유전분석. 한국육종학회지 **24(3)**, 242-250.
18. 鄭元福. 1996. 목화의 유용형질에 대한 유전력, 유전상관 그리고 경로계수 분석. 동아대학교 농업자원연구소보 **5(1)**, 9-15.
19. 鄭元福·金洪受·安始榮. 1992. 육지면 F<sub>1</sub>의 양적 형질에 있어서 조합능력과 형질의 상관관계. 동아대학교 대학원 논문집 제 **17**, 331-344.
20. 鄭元福·黃弼聖·李在順·鄭英珠. 1999. 목화의 유용형질에 대한 잡종강세의 정도와 유전분석. 東亞論叢 제 **36**, 265-276.
21. 桂鳳明. 1982. 한국에 있어서의 육지면(*Goseypium hirsutum* L.)의 집단유전학적 육종연구. 한국육종학회지 **14(2)**, 187-232.

(Received February 18, 2002; Accepted April 19, 2002)