

## 二面交雜에 의한 家蠶의 몇가지 計量形質의 組合能力分析

張 昌 植\* · 孫 海 龍\*\* · 金 洛 相\*<sup>\*</sup>  
密陽農蠶專門大學\* · 慶北大學校 農科學\*\* · 慶尙北道蠶種場\*\*\*

The Combining Ability Effects for the Several Quantitative Characters  
in the Silkworms (*Bombyx mori* L.) by the Diallel Crosses.

Chang Sic Jang\* Hae Ryong Sohn\*\*, RackSang Kim\*\*\*  
Miyzang Agri-sericultural National College\*. Kyungpook National University\*\*.  
Kyungpook Sericultural Experiment Station.\*\*\*

### Abstract

The general combining ability (GCA), the specific combining ability (SCA) and the reciprocal combining ability (RCA) effects were obtained by 8×8 diallel crosses of the silkworms with four Japanese races and four Chinese races, total eight lines.

The results are as follows:

1. The general combining ability (GCA) effects appeared high significant level in the total and the fifth instar periods (TP, FP), a female and a male cocoon weights (FW, MW), a female and a male cocoon layer weights (FL, ML) and a female and a male cocoon layer ratios (FR, MR). Only the reciprocal combining ability (RCA) effects appeared high significant level in the total and the fifth instar periods (TP, FP).
2. The Japanese original silkworm lines varied in the general combining ability effects from -0.864 to 0.578, and the Chinese original silkworm lines did in ones from -0.570 to 1.018.
3. The specific combining ability effects of the silkworm lines made in order of the crossing types of JL (Japanese lines) × CL (Chinese lines) > CL × JL > JL × JL > CL × CL in a total cocoon weights and a cocoon layer weights.
4. The reciprocal combining ability effects of the silkworm lines was in order of the crossing types of JL × CL > JL × JL > CL × CL > CL × JL in a total cocoon weights and cocoon layer weights.

### 緒 言

外山(1906)에 의하여 家蠶의 一代交雜種을 利用하기 始作한 以來 現在에는 他農業分野에서도 應用되고 있다. 한편 最近에 他分野에서는 二面交雜에 依하여 遺傳變異와 組合能力을 檢定하여 品種을 育成하기 爲한 基礎資料를 많이 얻고 있다. 그러나 家蠶育種分野에서는 齊尾(1958, 1964), 大塚·中島(1964) 浦生·平林(1983) 등이 單繭重에 關하여, 張·韓·閔(1979) 張(1984) 張·孫(1985) 등이 全齡과 五齡期間, 雌雄單繭

重 雌雄繭層重 雌雄繭層比率에 對하여, 鄭·等(1986) 이 單繭重, 繭層重 繭層比率에 對하여 報告한바 있다.

小林·等(1968)은 計量形質의 系統과 品種間 雜種強勢의 優先順序로 幼蟲經過에서는 中國種×中國種 <日本種×中國種이고, 收繭量에서는 日本種×中國種 > 中國種×日本種이며, 産卵量에서는 中國種×中國種 > 日本種×中國種이라 하였다. 또한 一般組合能力(GCA) 效果는 全繭重과 繭層重에서 크다고 하였다. 한편 李·張(1985) Matzinger와 Wernsman(1968) Vandenberg와 Matzinger(1970) Aycock(1980) Sfca와 Ioanndis(1985)과 Daverna와 Aycok(1983a, 1983b) 등도 煙草의

F<sub>1</sub> 및 F<sub>2</sub>에서 모든 種內 品種間 交配에 比하여 種間 交配에서 特定組合能力 (SCA) 效果가 正의 方向으로 나타난 組合이 많았는데 이것은 種類內 品種間 交配로서는 얻을 수 없는 새로운 遺傳資源을 種類間 交配에서 얻을 수 있다고 했다. 崔(1980)도 肉用種鷄에서 雜種強勢는 同一品種間 交配에서 크게 나타났다고 했다. 本 論文에서는 家蠶을 二面交雜하여 얻은 資料를 分析하여 計量形質의 組合能力에 對하여 몇가지 基礎資料를 얻었으므로 이를 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

本 試驗에 供試된 蠶種은 慶尙北道·蠶種場에서 保存中인 日本種系統 蠶 107, 蠶 113, 蠶 117 및 蠶 119 와 中國種系統인 蠶 108, 蠶 114, 蠶 118 및 蠶 120을 二蛾씩 稚蠶은 方乾紙有, 壯蠶은 普通育으로 飼育하였다. 1983年 春蠶期에 8×8=64 ×2=128 組合을 二面交雜하여 秋蠶期에 二反覆으로 4齡起蠶때 300頭씩 供試하였다. 全齡期間 五齡期間 雌單繭重 雄單繭重 雌繭層重 雄繭層重 雌繭層比率 雄繭層比率을 各 20頭씩 無作爲로 秤量하여 遺傳變異는 張(1983) Hayman(1954a, 1954b)과 Aksel Johnson(1963) Jinks(1954, 1955)의 方法을 參考로 하여 reciprocal 이 있는 경우에 使用하는 Mather와 Jinks(1949, 1971, 1982)의 方法으로 分析하여 張(1984) 張·孫(1985)에 發表한 바 있다. 組合能力은 Griffing(1956 a)의 Method I에 依하여 分析하였다.

## 結果 및 考察

### 1. GCA SCA 및 RCA의 效果分析

Table 1. The combining ability effects for eight quantitative characters in the silkworms.

source	df	TP	FP	FW	MW	FL	ML	FR	MR
GCA	7	1.68**	2.26**	0.22**	0.10**	0.01*	0.02**	16.09**	60.01**
SCA	28	1.37**	2.12**	0.93**	0.47**	0.04**	0.03**	9.11	7.55
RCA	28	1.09**	1.34**	0.08	0.03	0.008	0.003	5.57	6.25
error	63	0.25	0.10	0.07	0.03	0.006	0.01	5.25	10.63

\* 5%, \*\* 1% significant level. Ex. an actual number 1.68\*\*÷10=0.168\*\*

GCA : The general combining ability.

RCA : The reciprocal combining ability.

FP : The fifth instar period.

MW : A male cocoon total weight.

ML : A male cocoon layer weight.

MR : A male cocoon layer ratio.

表 1의 結果와 같이 一般組合能力 (GCA) 效果는 全齡期間(TP) 五齡期間 (FP) 雌單繭重 (FW) 雄單繭重 (MW) 雌繭層重(FL) 雄繭層重(ML) 雌繭層比率(FR) 雄繭層比率(MR)에서는 高度의 有意性을 나타냈다.

特定組合能力의 效果는 全齡期間·五齡期間 雌單繭重 雄單繭重 雌繭層重 雄繭層重에서 高度의 有意性이 나타났으나 雌繭層比率와 雄繭層比率에서는 效果가 나타나지 않았다. 相反組合能力의 效果는 全齡期間과 五齡期間에서만 高度의 有意性이 나타났으나 다른 計量形質에서는 有意性이 나타나지 않았다.

### 2. 原蠶種의 一般組合能의 效果

表 2의 結果와 같이 系統別로 日本種과 中國種의 計量形質의 一般組合能力(GCA)의 效果를 살펴보면 다음과 같다.

(1) 日本種原蠶種의 一般組合能力의 效果는 全齡과 五齡期間이 負의 方向으로 나타난 것은 蠶 107과 蠶 113이 幼蟲經過가 짧은 方向으로 雜種強勢를 크게 나타냈기 때문이며, 雌單繭重이 正의 方向으로 나타난 것은 蠶 11이 負의 方向으로 雜種強勢를 크게 나타내었으나 蠶 119가 正의 方向으로 더 크게 雜種強勢를 나타낸 때문이다. 雄單繭重이 負의 方向으로 나타난 것은 蠶 117이 負의 方向으로 크게 雜種強勢를 나타낸 때문이다. 雌雄繭層重이 負의 方向으로 나타난 것은 蠶 113이 負의 方向으로 雜種強勢가 크게 나타났기 때문이다. 雌雄繭層比率이 負의 方向으로 나타난 것은 蠶 117은 正의 方向으로 雜種強勢를 나타냈으나 蠶 113이 負의 方向으로 雜種強勢를 더 크게 나타내었기 때문이다.

(2) 中國種原蠶種의 一般組合能力의 效果는 全齡期間이 正의 方向으로 나타난 것은 蠶 108과 蠶 120은 負의 方向으로 나타났으나 蠶 114와 蠶 118이 正의 方

**Table 2.** GCA effects of eight quantitative characters in the silkworms.

Source	T P	F P	FW	MW	F L	M L	F R	MR
mean effects	22.25**	7.26**	2.40**	2.00**	0.51**	0.47**	21.24**	25.03**
S.E.	0.201	0.012	0.011	0.008	0.003	0.003	0.091	0.129
Jam 107	-0.38	-0.91	-0.07	0.04	-0.03	-0.04	-2.05	-2.95
Jam 113	-0.65	-1.20**	-0.02	-0.06	-1.12	-0.19	-5.40	-8.64
Jam 117	-0.16	-0.39	-0.49*	-0.39*	-0.02	-0.19	-5.18**	5.04*
Jam 119	-0.44	-0.31	0.54*	0.04	0.12	0.06	0.46	2.78
submean × 1	0.33	0.70**	-0.03	0.12	0.01	0.05	0.45	0.94
Jam 108	-0.87*	-0.02	-0.17	-0.01	-0.05	-0.05	-0.62	-2.55
Jam 114	0.81*	-0.06	0.34	0.38*	-0.07	-0.02	-0.25	-5.70*
Jam 118	2.14**	2.74**	-0.49*	-0.21	-0.12	-0.02	-0.89	1.84
Jam 120	-0.78	0.17	0.23	0.31*	0.11	0.26**	3.07	10.18**
submean × 2	0.33	0.07**	-0.03	0.12	0.01	0.05	0.45	0.94
× 1 ~ × 2	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
grandmean	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
S.E.	0.38	0.23	0.20	0.15	0.06	0.05	1.70	2.41

\* 5%, \*\* 1% significant level. Ex. an actual number  $-0.38 \div 10 = -0.038$

Japanese races: (Jam 107, 113, 117 & 119), Chinese races: (Jam 108, 114, 118 & 120)

**Table 3.** SCA effects of eight quantitative characters in the silkworms.

source	T P	F P	FW	MW	F L	M L	F R	MR
Jam 107	4.92**	6.12**	-2.52**	-2.58**	-0.99**	-0.89**	-22.31**	-15.23*
Jam 113	-0.75	3.81**	-3.39**	-2.65**	-1.06**	-0.90**	-17.78**	-16.95*
Jam 117	-2.41	-1.37	-4.69**	-3.08**	-1.24**	-0.80**	-9.98*	-0.26
Jam 119	1.07	4.52**	-3.96**	-3.13**	-0.84**	-0.69**	-5.81	1.95
submesn × 1	0.71	3.27**	-3.64**	-2.86**	-1.03**	-0.82**	-13.97**	-7.62
Jam 108	1.54	4.34**	-2.44**	-0.90*	-0.41*	-0.27	-5.33	-2.89
Jam 114	0.69	-1.24	-4.00**	-1.92**	-0.79**	-0.49**	-3.24	-1.68
Jam 118	11.77**	16.17**	-5.43**	-3.89**	-1.12**	-1.08**	0.15	-6.61
Jam 120	0.30	-2.10*	-2.63**	-1.53**	-5.80**	-0.35*	-1.17	1.95
submean × 2	0.3.57	4.30**	-3.60**	-2.06**	-2.03**	-0.55**	2.89	-2.31
× 1 ~ × 2	-2.86	-1.03	0.04	-0.80*	1.00**	-0.27	-15.86**	-9.93
grandmean	-2.14	3.78**	-3.62**	-2.46**	-1.53**	-0.69**	-6.04	-4.96
S.E.	1.40	0.90	0.73	0.55	0.22	0.20	6.34	9.03
107 × 113	1.26	1.14*	-1.18**	-0.14	0.08	0.03	14.20**	4.74
107 × 117	0.95	-0.67	-0.85*	-1.13**	-0.11	-0.20	3.33	4.83
107 × 119	1.87*	0.50	-1.74**	-1.26**	-0.49**	-0.34**	-2.00	-1.34
113 × 117	2.47**	1.82**	-0.59	-0.12	-0.05	-0.03	4.67	0.30
113 × 119	0.36	-0.54	-1.15**	-0.67*	-0.37**	-0.28**	-5.51	-6.85
117 × 119	2.88**	2.88**	-0.97*	-0.08	0.04	-0.10	9.90**	-3.53

source	TP	FP	FW	MW	FL	ML	FR	MR
submean	1.63*	0.75	-0.69	-0.57	-0.15	-0.15	4.10	-0.31
108×114	-0.69	-1.27**	-1.57**	-0.36	-0.42**	-0.26*	-3.79	-8.63
108×118	-0.35	-3.17**	-0.86*	-1.70**	-0.39**	-0.53**	-8.91**	-6.30
108×120	2.92**	3.65**	-1.63**	-1.61**	-0.34**	-0.46**	0.13	-2.82
114×118	2.15**	0.07	-0.49	-0.13	-0.18	0.09	-3.18	6.21
114×120	0.69	2.91**	0.74	0.30	0.14	-0.04	-0.92	-5.39
118×120	-5.13**	0.26	-2.73**	1.51**	-0.32**	-0.27*	12.17**	6.85
submean	-0.07	0.41	-1.09**	-0.33	-0.25*	-0.24*	-0.75	-1.68
107×108	-3.42**	-1.24*	1.60**	1.33**	0.54**	0.42**	0.81	4.77
107×114	-0.83	-3.08**	1.54**	1.00**	0.39**	0.33**	2.61	4.86
107×118	-1.86**	-2.23**	2.28**	2.19**	0.52**	0.49**	1.25	-2.62
107×120	-2.89**	-0.51	0.85*	0.60	0.24	0.16	2.11	-0.05
113×114	-0.46	-0.07	1.23**	0.19	0.35**	0.13	4.18	5.19
113×118	-2.62**	-3.61**	2.24**	1.31**	0.54**	0.41**	3.26	5.15
113×118	-2.62**	-3.61**	2.24**	1.31**	0.54**	0.41**	3.26	5.15
113×120	-0.35	-2.10**	1.47**	0.51	0.18	0.25*	-4.92	6.80
117×118	-3.32**	-3.25**	3.14**	2.11**	0.62**	0.43**	-2.34	-0.26
117×120	-0.10	-0.81	1.82**	1.57**	0.39**	0.35**	-0.60	-2.81
119×120	-0.64	-1.31**	2.11**	1.67**	0.29*	0.36**	-6.80	-4.57
sublean	-1.83*	-2.02**	2.03**	1.39**	0.45**	0.37**	0.03	1.83
108×113	0.07	-0.43	1.36**	1.57**	0.32**	0.39**	1.90	1.68
108×117	0.28	-0.54	1.24**	0.03	0.23	0.06	-1.50	2.68
108×119	-0.35	-1.34**	2.3**	1.63**	0.66*	0.64**	6.05	11.56
114×117	-0.77	2.55**	0.91*	0.70*	0.13	0.28**	-3.47	4.30
114×119	-0.77	0.14	1.65**	0.22	0.39**	-0.04	1.33	-4.76
118×119	-5.13**	-4.25**	1.65**	1.61**	0.32**	0.46**	-2.39	2.73
submean	-1.11	-0.65	1.54**	0.96**	0.34**	0.30**	-0.32	3.01
grandmean	-1.38	1.51**	1.79**	1.45**	0.39**	0.27**	3.06	2.35
S.E.	1.00	0.64	0.53	0.39	0.15	0.14	4.53	6.45

\* 5%, \*\* 1% significant level. Ex. an actual number  $4.92^{**} \div 10 = 0.492^{**}$

向으로 더 크게 雜種強勢를 나타내었기 때문이다. 五齡期間이 正의 方向으로 나타난 것은 특히 蠶 118이 正의 方向으로 雜種強勢를 크게 나타내었기 때문이다. 雌單繭重이 負의 方向을 나타내는 것은 蠶 118이 負의 方向으로 雜種強勢를 크게 나타내었기 때문이다. 雄單繭重이 正의 方向으로 나타나는 것은 蠶 114와 蠶 120이 正의 方向으로 雜種強勢를 크게 나타내었기 때문이다. 雌雄繭層重이 正의 方向으로 나타나는 것은 蠶 120이 正의 方向으로 雜種強勢를 크게 나타내기 때문이다. 雌雄繭層比率이 正의 方向을 나타내는 것은 蠶 114는 正의 方向으로 雜種強勢를 크게 나타내었으나 蠶 120이 正의 方向으로 雜種強勢를 크게 나타내기 때문이다.

### 3. F<sub>1</sub>의 特定組合能力의 效果

表 3의 結果에서 보는 바와 같이 F<sub>1</sub>의 特定組合能力의 效果로 系統과 品種間에 있어서 來配型式의 優先順位를 比較하여 보면 다음과 같으며 日本種原蠶種은 日 國種原蠶種은 中으로 생략하여 표시한다.

全齡期間과 五齡期間은 日×中<中×日<中×中<日×日이며, 日×中의 交配型式이 가장 幼蟲經過가 짧게 나타난 것은 蠶107×蠶108 蠶107×蠶114 蠶107×蠶118 蠶113×蠶118 蠶113×蠶120 蠶117×蠶118 및 蠶119×蠶120等이 負의 方向으로 雜種強勢를 크게 나타냈기 때문이다. 雌雄單繭重과 雌雄繭層重은 日×中>中×日>日×日>中×中으로 나타나 日×中의 交配型

Table 4. RCA effects of eight quantitative characters in the silkworms.

source	TP	FP	FW	MW	FL	ML	FR	MR
113×107	-1.23	-1.25*	-1.20*	-0.70	-0.28	-0.23	-0.58	-2.79
117×107	2.18*	0.43	-0.50	0.43	0.03	0.13	5.98	0.80
119×107	2.50**	1.68**	0.25	0.28	0.05	0.20	3.23	7.43
117×113	-4.75**	-4.28**	-0.23	-0.80*	-0.10	-0.10	-3.23	5.83
119×113	-0.93	-1.15	0.30	0.08	0.18	0.10	4.98	4.78
119×117	-3.00**	-3.33**	1.35**	0.78*	0.48**	0.08	7.25	-6.08
submean	-1.87*	-1.35*	-0.00	0.01	0.06	0.03	2.94	1.66
114×108	0.95	1.05	0.23	-3.75**	0.10	0.05	2.50	-7.55
118×108	1.13	0.43	-0.30	0.20	0.20	0.08	11.55**	1.53
120×108	8.53**	10.10**	-0.60	-0.50	-0.08	-0.13	2.40	0.45
118×114	4.70**	3.63**	-0.43	0.05	-0.23	0.08	-6.10	3.38
120×114	0.13	-3.33**	-0.53	0.15	0.03	-0.08	5.48	-6.33
120×118	-0.53	-3.65**	0.63	0.15	0.13	0.05	-0.93	0.70
submean	2.44**	1.37*	-0.17	-0.17	0.03	0.01	2.48	-1.30
113×108	-1.05	-0.55	0.00	0.18	0.00	-0.13	0.00	-8.13
117×108	-0.63	0.00	0.75	0.35	0.10	0.08	-2.28	-0.75
119×108	-0.85	0.13	-0.55	-0.03	0.13	0.13	9.15*	6.68
117×114	-0.20	2.60**	1.58**	1.00**	0.63*	0.43**	11.48**	8.88
119×114	-1.05	-0.53	-1.40**	-0.55	-0.13	0.13	6.50	13.20*
119×118	-1.98*	-0.10	-0.33	-0.40	0.75**	-0.03	3.60	3.88
submean	-0.96	0.26	0.01	0.09	0.13	0.10	4.74	3.96
108×107	0.33	-0.63	-0.13	-0.18	-0.18	0.15	-5.85	-1.60
114×107	0.20	0.00	0.08	-0.33	-0.08	-0.05	-3.53	1.45
118×107	0.50	-0.53	-0.40	-0.75*	-0.13	-0.10	-1.53	-2.70
120×107	-1.55	0.75	-0.33	0.15	-0.08	0.10	-0.20	3.10
114×113	-1.15	-0.42	-0.53	-0.38	-0.20	-0.10	-3.35	-0.43
118×113	-0.93	-1.55**	-0.55	0.15	0.10	-0.13	8.35*	-8.08
120×113	0.73	-0.73	0.25	-0.08	0.18	-0.05	4.78	1.73
118×117	0.43	0.63	-0.18	-0.63	-0.08	0.03	-1.18	8.95
120×117	0.73	0.13	0.53	-0.45	0.13	0.03	0.38	6.05
120×119	0.30	0.55	-0.55	0.18	-0.08	-0.05	1.55	-4.98
submean	-0.07	-0.30	-0.30	-0.49	-0.06	-0.08	-0.10	0.08
grandmean	0.13	0.10	-0.10	-0.22	0.03	0.01	2.16	0.94
S.E.	1.13	0.73	0.60	0.44	0.17	0.16	5.13	7.29

\* 5%, \*\* 1% significant level. Ex. an actual number  $-1.23 \div 10 = -0.123$ .

式이 F<sub>1</sub>의 特定組合能力의 效果가 正의 方向으로 가장 크게 나타난 것은 蠶107×蠶108 蠶107×蠶114 蠶107×蠶118 蠶113×蠶114 蠶113×蠶118 蠶113×蠶120 蠶117×蠶118 및 蠶117×蠶120 등에서 正의 方向으로 雜種強勢가 크게 나타났기 때문이다. 雌雄繭層比率은 日×中 <日×日>中×日 >中×中으로 日×中の 交配型式이

正의 方向으로 가장 特定組合能力의 效果를 크게 나타낸 것은 蠶107×蠶108 蠶107×蠶114 蠶113×蠶114 ∨ 蠶113×蠶118 등이 正의 方向으로 雜種強勢를 나타냈기 때문이다.

#### 4. F<sub>1</sub>의 相反組合能力의 效果

表 3의 F<sub>1</sub>의 正交雜한 特定組合能力의 效果와 比較

하면 表 4의 逆交雜한 相反組合能力의 效果는 떨어지는 편이다. 相反組合能力의 效果로 系統과 品種間에 交配型式의 優先順位는 다음과 같다.

全齡期間의 交配型式은  $日 \times 中 < 日 \times 日 < 中 \times 日 < 中 \times 中$ 으로  $日 \times 中$ 이 가장 幼蟲經過日數가 짧게 나타난 것은 有意性이 큰 蠶119×蠶118等 모두가 負의 方向으로 雜種強勢의 相反組合能力의 效果를 나타냈기 때문이다. 五齡期間의 交配型式은  $日 \times 日 < 中 \times 日 < 日 \times 中 < 中 \times 中$ 으로  $日 \times 日$ 이 가장 크게 負의 方向으로 나타난 것은 蠶113×蠶107 蠶117×蠶113 蠶119×蠶113 및 蠶119×蠶117 등이 負의 方向으로 相反組合能力의 效果가 크게 나타났기 때문이다. 雌雄繭重과 雌雄繭層重의 交配型式은  $日 \times 中 > 日 \times 日 > 中 \times 中 > 中 > 日$ 로  $日 \times 中$ 이 가장 크게 正의 方向으로 나타난 것은 蠶117×蠶114가 正의 方向으로 相反組合能力의 效果가 크게 나타났기 때문이다.

雌雄繭層比率의 交配型式은  $日 \times 中 > 日 \times 日 > 中 \times 中 > 中 \times 日$ 로  $日 \times 中$ 이 正의 方向으로 가장크게 나타난 것은 蠶119×蠶108 蠶117×蠶114 蠶119×蠶114가 正의 方向으로 相反組合能力의 效果가 크게 나타났다.

## 引用 文 獻

1. Aksel, R. and L.V.P. Johnson (1963) Analysis of a diallel cross; A worked example. *Advancing Frontiers of Plant Sci.* 2:37-53.
2. Aycock, M.K. JR. (1980) Hybridization among maryland, burley and fluecured type tobaccos. *Tob. Sci.* 24:109-113.
3. 崔光洙·吳鳳國(1980) 肉用種鷄에 있어서 兩面交雜에 의한 遺傳變異와 結合能力推定에 관한 研究, 서울大 博士學位論文 pp. 1-44.
4. Deverna, J.W. and M.K. Aycock, JR. (1983a) Hybridization among maryland, burley, firecured, sun-cured and fluecured type tobaccos. I. Genetic diversity. *Tob. Sci.* 27:18-22.
5. Deverna, J.W. & M.K. Aycock, JR. (1983b) Hybridization among maryland, burley, fire-cured, sun-cured & flue-cured type tobaccos. II. Heterosis and in breeding. *Tob. Sci.* 27:158-162.
6. 蒲生卓磨·平林隆(1983) 蠶의 發育速度, 化蛹步合及び繭形質의 二面交雜による 遺傳分析, 日育誌, 33(2):178-190.
7. Griffing, B. (1956a) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crosses.

- Aust. J. Biol. Sci. 9:463:493.
8. Hayman, B.I. (1954a) The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics.* 10:235-244.
9. 張權烈· (1979) 二面交雜에 의한 蠶體形質의 遺傳分析, I. 蠶體의 量的 形質에 關與하는 遺傳子의 優性程度와 分布狀態, 韓蠶誌 21(2):1-6.
10. 張權烈·韓鏡秀·閔丙烈(1981) 二面交雜에 의한 蠶體形質의 遺傳分析 II. 組合能力의 檢定, 韓蠶誌, 22(2):1-7.
11. 張權烈(1983) 統計遺傳學特論·慶尙大學校 pp. 58-87.
12. 張昌植(1984) 家蠶에 있어서 二面交雜에 의한 遺傳變異의 推定, 密陽農蠶專門大學, 18:199-209.
13. 張昌植·孫海龍(1985) 二面交雜에 의한 家蠶의 몇 가지 實用形質의 遺傳變異와 組合能力 分析, 韓蠶誌, 27(2):7-19.
14. 鄭元福·張權烈·韓鏡秀·金鎮馨·柳甲道·鄭鎬永柳秀徹(1986) 二面交雜에 의한 家蠶 女世代의 몇 가지 量的 形質에 대한 遺傳分析, 韓蠶誌, 28(1):24-29.
15. Jinks, J.L. (1954) The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics.* 39:767-788.
16. Jinks, J.L. (1955) A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses. *Heredity.* 9:223-238.
17. 小林悅雄·蒲生卓磨·大塚雅雄(1968) 日支歐蠶品種間의 파이로실交雜에 의해 테로시스의 解析(I) 파이로싯實驗의 續, 日蠶誌, 37(2):144-150.
18. 外山龜太郎(1906) 蠶種論 丸山社.
19. 李廷德·張權烈(1985) 煙草(*Nicotiana tabacum* L.)의 韓國在來種과 orient種에 對한 量的 形質의 遺傳分析 (I) 雜種強勢와 組合能力. 韓育誌 17(2):165-176.
20. Mather K. & Jinks J.L. (1949, 1971, 1982) *Biometrical Genetics.* pp. 249-284.
21. Natzinger, D.F. & E.A. Wernsman(1968) Genetic diversity and heterosis in *Nicotiana*. II. Oriental × fluecured variety crosses. *Tob. Sci.* 12:177-180.
22. 齊尾乾二郎(1958) 家蠶의 量的形質間의 遺傳及 環境相關と系統また品種選抜に 對する 選抜指數蠶絲研究, 25(4):27-35.
23. 齊尾乾二郎(1964) 部分近緣交配系의 修正完全二面交雜의 分析と蠶에 對한 實例, 日育誌, 14(2):99-

106.

24. Sfikas, A. G. & N.M. Joannidis(1980) Performance of oriental and burley tobacco hybrids in Greece. *Tob. Sci.*24:97-101.
25. Vandenberg, P. & D. G. Maszinger(1970) Genetic diversity and heterosis in *Nicotiana*. III. Crosses among tobacco introductions and flue-cured varieties. *Crop. Sci.* 10:437-440.