

## 누에繭·絲質에 관한 雜種強勢 및 組合能力檢定

文 炳 圓·韓 鏡 秀\*

晉州産業大學校·慶尙大學校\*

### The Test of Combining Ability and Heterosis on the Silkworm (*Bombyx mori*) Breeding

Byung Won Moon and Kyung Soo Han\*

Jinju National Polytechnic University Jinju, Korea

Gyeongsang National University, Jinju, Korea\*

#### Abstract

The study was conducted to obtain the genetic information on heterosis and combining ability of the quantitative characters for  $F_1$  hybrid breeding in silkworms. Six parental varieties and each set of 30 diallel crosses in  $F_1$ 's and  $F_2$ 's were used as materials, and bred on the randomized complete block design with three replications. Fourteen characters were observed with the twenty samples in each tray. The data were analyzed for (1) heterosis and combining ability in  $F_1$  hybrid. The heterosis in the weight and the length of cocoon showed positively high at 24.51%, and 23.43%, respectively and the weight of the whole cocoon as well as the weight of the whole cocoon layer showed a significant heterosis ranging from 15.56% to 15.71% and from 17.14% to 19.01%, but the fifth and the total instar period showed negative heterosis. It was found that the combination between, C70×Romogua and N9×Romogua showed highly a negative heterosis on the fifth instar period and for the cocoon weight. The female of N9 + Sansurian and the male of Romogua × Sansurian have a high heterosis effect, on the cocoon shell weight, and Sansurian×Romogua (reciprocal) on the length and the weight of cocoon filament with no regard to sexuality. The significant maternal and cytoplasmic effect on heterosis of the cocoon weight and the cocoon shell weight were observed with the combinations, N9×C5, N63×C70 and on the length of the cocoon filament with the combinations, Sansurian×N63, Sansurian×C5, Sansurian×C70 and N9×C70, N63×C70 on the weight of cocoon filament. As mean squares of GCA, SCA and RCA were significant with these combining ability for all characters resulted from additive and non-additive altogether and there is a significant difference between reciprocals. Sansurian showed a negative GCA effect on the fifth and total larval duration, but the higher positive GCA effects took places with varieties N9 and C5 on the length, width, weight of cocoon, cocoon shell weight, percentage of cocoon shell weight, length and weight of cocoon filament, percentage of raw-silk with no regard to both generations and silkworm sexuality. The values of SCA between the cross combinations varied generation- wise and sex-wise. It was shown that SCA value for the fifth instar period was highly negative for Sansurian × C70, Romogua × C70, Sansurian × C5, Romogua × C5, but it was positive effect on the cocoon weight, cocoon shell weight with N9×C5, and C70×Sansurian, on the length of cocoon filament with N9×C5, Romogua×Sansurian on the weight of cocoon filament between Romogua and N63 and on the percentage of raw-silk between the combination of Sansurian×Romogua.

---

Key words : Combining ability, heterosis, silkworm (*Bombyx mori*)

## 緒 論

品種間의 交雜에서 얻어진  $F_1$ 은 여러 形質에서 그들의 交配親보다 優秀한 生産能力이 發現되는 경향이 發見된 後,  $F_1$ 의 이러한 現像 즉, 雜種強勢를 實用的으로 利用하고자 하는 研究은 여러 動·植物을 대상으로 試圖하여 왔었다. 즉, 今世紀 初, 雜種強勢를 利用하는  $F_1$  育種法의 生産體系는 家畜이나 누에에서 그리고 植物의 옥수수에서 始作하여 여러 生物에 適用시키는 한편 蠶業에서는 全部 雜種強勢 利用法이 樹立되어 實際 育種에 適用하고 있다.

그러나 이러한 雜種強勢 現象을 利用하고자 하는 데는 目標로 하는 特定形質에서 높은 雜種強勢가 發現되어야 하고 또한 어떠한 交配組合에서 組合能力이 높은가를 探究하는 것은 매우 重要한 課題로서 育種計劃의 成敗를 좌우할 수가 있다. 따라서  $F_1$ 을 利用하고자 하는 育種에서는 育種目標에 따른 重要形質에 대하여  $F_1$ 에서 充分한 雜種強勢를 誘發시킬 수 있는 交配親의 選定이 우선 課題이며 이를 위해서는 많은 交配組合을 作成하여 組合能力, 즉  $F_1$ 의 雜種強勢의 程度를 推定해 볼 必要가 있다.

그 후 外山(1906)는 “1대에 限한 雜種”을 만들면 대단히 有用하다 함을 主張함에 따라, 蠶業試驗場을 設立(1912) 그의 監督下에 雜種強勢에 대한 組織的이고 廣範圍한 研究結果가 1917년 發表되면서부터 1代雜種 蠶種普及이 本格化되었는데, 田島(1951)는 1900년대부터 1980년대까지 80년간 收繭量은 380%, 生絲量比率은 282%로 顯著한 發展은 주로 1代 交雜種 利用에 기인된다 하였다.

누에의 遺傳 研究은 今世紀 들어 많은 發展을 거듭하여 왔는데, 鈴木(1944)는 純系,  $F_1$ ,  $BC_1$  및  $F_2$ 의 比較試驗에서 各 集團의 生産力指數는 49 : 100 : 94 : 77을 얻어  $F_1$ 이 純系보다 월등히 높은 生産力을 보였다고 하였고, 大澤와 原田(1944)는 春蠶에 있어

많은 純系 및  $F_1$ 을 觀察하였을 때  $F_1$ 의 雜種強勢 現像에 雜種效果를 報告했으며, 勝又(1948)는 實用形質들에 대한 雜種強勢를 調査한 結果, 優秀性을 強調하여 育種初期 世代의 기틀을 마련하였다. 그 후, 누에 雜種強勢에 대한 研究은 1950년 後半부터 더욱더 本格化되었다. 즉, 清水와 伊藤(1952)는 同一品種 異系統間의 交雜에서, 同一品種을 長期間 다른 場所에 飼育했을 때 그 후의 交雜結果 생겨난  $F_1$ 은 各 形質에 대하여 強勢를 보였다고 하고, Hirobe (1956)는 누에의 雜種強勢 機構를 解說하는데 있어 對立 遺傳子에 의한 것보다는 細胞質의 影響에 의한 強勢가 더 컸다고 하였는 등, 누에의 形質別 雜種強勢 程度에 대한 研勢의 程度 및 組合能力을 檢定하여 形質別 利用 可能한 雜種強勢가 發現되는 交配組合과 優秀한  $F_1$  蠶種을 生産할 수 있는 交配親을 選定하기 위한 기초자료를 얻고자 이 시험을 수행하여 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 1. 供試材料

材料品種은 分析結果의 多樣性을 위하여 4眼蠶中日·中·歐 3개의 地域品種을 選定, 各 2種씩 6개 品種이 供試되었다(Table 1). 日本種系 N9와 N63은 白色 俵形繭 品種이고, 中國種系 C5와 C70은 白色 栴圓形繭 品種이며, 長陷圓形繭인 歐洲種系 Romogua는 淡黃色 蠶品種이고 Sansurian은 黃色蠶品種이다.

1990년 秋蠶期에 이들 간 正逆 30개  $F_1$ 交配組合을 作成, 越年시켜 1991년 春蠶期 飼育, 同  $F_2$ 를 作成, 同年 秋蠶期 飼育과 春秋蠶의 同 材料누에고치에 대한繭·絲質調査를 하였다.

### 2. 調査方法

飼育 및 繭·絲質調査法은 蠶業試驗 標準에 의거,

Table 1. General characteristics of six varieties used to parent in this study

Race	variety's number	Varieties	Voltinism	Marking	No. of per 1	Cocoons liter	Cocoon color
Japanese	1	N9	2	nomal	66		white
	2	N63	2	"	78		"
Chinese	3	C5	2	plain	73		white
	4	C70	2	"	81		"
European	5	Romogua	1	nomal	90		light yellow
	6	Sansurian	1	"	91		yellow

\* The date are available at the registry of variety of The Sericultural Experiment Station, Korea.

供試頭數는 4齡起蠶 飼食 後 24時間內에 區黨 250頭 統-3反復으로 하였다. 5齡經過日數와 全齡經過日數 등 2個項日의 幼蟲 特性은 암수平均値로 繭長, 繭幅, 全繭重, 繭層重 및 繭層比率 등 5개 繭質項日은 암수別로, 繭絲長, 繭絲量, 解舒率, 生絲量比率, 練減率, 強度 및 伸度 등 7개 絲質項日은 암수平均値를 算出하고 이들의 平均値로서 統計分析을 하였는데 分析方法은 다음과 같다. 즉,

$$\text{雜種強勢}(\%) = 100(F_1\text{值} - \text{交配親의 平均値}) / \text{交配親의 平均値}$$

$$\text{Heterobeltiosis}(\%) = 100(F_1\text{值} - \text{優秀交配親의 表現值}) / \text{優秀交配親의 表現值}$$

$$\text{近交弱勢}(\%) = 100(F_1 - F_2) / F_1$$

組合能力은 Griffing's method(1956a, b)에 따라 一般組合能力과 特定組合能力으로 나누어 檢定하였고, 形質 相互間의 相關係數 推定에 있어선은 Robinson *et al.*(1951)의 方法에 따라 農村振興廳 Computer Center에서 分析하였다.

## 結 果

### 1. 交配組合別 雜種強勢 現象

F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 各 世代別 交配親으로 使用된 6개 品種과 相互交配한 30개 組合의 形質別 3回 反復値로서 各 形質에 對한 分散分析을 한 結果는 表 2와 같다.

分散分析 結果, 處理 즉 品種과 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 雜種集團에 있어서는 世代 및 암수에 關係없이 全 世代間에 高度의 有意差를 보여 供試材料들의 遺傳의 特性과 多樣性을 보였으나 反復間의 多少의 差異만 있었다. 즉, 繭長에 있어서 兩世代間에, 繭幅, 全繭重, 繭絲長, 繭絲量, 生絲量比率 및 練減率의 F<sub>2</sub>에서 各 各 有意差를 보여 F<sub>1</sub> 試驗보다 世代에 對한 環境의 影響이 多少 큰 것으로 認定되었다.

14개 形質에 對하여 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 世代別로 雜種強勢, heterobeltiosis 및 近交弱勢 등을 算出한 結果는 表 3에서 보는 바와 같이 中間親에 對하여 가장 높은 雜種強勢를 보인 것은, 繭絲量의 24.51%, 繭絲長이 23.43%이었고 다음으로는 高翅形質 중 무게에 對한 形質로서 全繭重이 암수間에 各 各 15.56%, 15.71%, 繭層重이 19.01%, 17.14%를 보였다. 그러나 高翅의 길이에 對한 形質인 繭長과 繭幅에서는 암수間에 큰 差異가 없었으나 繭長이 4.20~4.55%, 繭幅이 5.55~5.40%로서 무게 形質보다 매우 낮은 雜種強勢率을 보였다. 高翅形質 중 繭層比率은 암수에서 0.36%를

보여 이에 對한 雜種強勢는 매우 미미한 傾向이었다. 絲質形質 중 生絲量比率에 對한 雜種強勢率은 2.29%였으나 解舒率과 強度는 正의 雜種強勢를 보였으며 練減率과 伸度는 F<sub>1</sub>에서 負의 雜種強勢를 보여 F<sub>1</sub>集團의 平均値는 6개 交配親의 平均値에 미달하는 現象을 나타내었다. 누에의 生育에 필요한 時間에 對한 形質 즉, 5齡經過日數에서는 雜種強勢의 程度가 매우 낮은 負의 現象을 보여 兩親의 平均보다 낮은 方向으로 強勢現象이 誘發되었다.

heterobeltiosis에서는 正의 方向으로 높은 親의 範圍를 넘는 形質은 全繭重이었으나 그 정도는 작았다. 일반적으로 heterobeltiosis의 程度는 全繭重을 제외하고는 全 形質과 世代에 걸쳐 負의 傾向을 보였는데 形質 中에서는 繭絲長, 繭絲量, 強度, 伸度, 繭層比率 및 練減率에서 -10% 이상의 有意差를 보여 이들 形質들을 제외한 繭質形質이나 時間에 對한 形質 그리고 絲質形質들 공히 -10% 미만의 heterobeltiosis를 誘發하였으며 形質 中에서는 어느 形質이든 交配親 中 많거나 무거운 親의 範圍를 넘는 경우는 없었다.

또한 雜種強勢가 負로서 平價될 때 有利한 形質, 즉 時間에 對한 形質인 5齡經過日數, 練減率 등에 있어서도 낮은 親에 對한 heterobeltiosis는 正의 程度를 보여 높은 親이나 낮은 親의 範圍를 초월하지 못하는 傾向이었다. 形質 中의 近交弱勢 現象은 암수間에 多少 差異는 있었으나 全繭量, 繭層量, 繭絲量의 形質들에 있어서는 20% 이상의 높은 正의 弱勢現象을 보였으나 練減率, 解舒率 등은 負의 傾向으로 表現되었는데 繭長, 繭幅에 있어서는 암수間에 正의 수치로 나타났었다.

交配組合 個個別로 算出된 雜種強勢의 程度를 實用形質에 對하여 算出한 表 表 4-1~4-2에서 보는 바와 같다.

5齡 經過日數의 雜種強勢는 30個 F<sub>1</sub>組合中 24個 組合에서 負의 傾向을 보였다. 이 雜種強勢는 正逆交配間에 거의 差異가 없었으나 1×5, 4×5의 組合에서만 正逆間에 有意하였는데 이는 歐洲鍾인 Romogua(5)를 日本鍾, 中國鍾과 交雜된 境遇였다. 負의 方向으로 가장 높은 雜種強勢를 보인 組合은 中間親에 對해 11.05%를 보인 4×5와 10.68%를 보인 1×5組合으로 어느 경우가 歐洲鍾系 Romogua가 交配된 境遇였다. 이들 組合은 正逆間 差異도 顯著한 境遇였다.

全齡經過日數도 負의 雜種強勢를 나타낸 組合은 30개 F<sub>1</sub>組合 中 正의 雜種強勢를 보인 2×3(正逆間), 2×4(正逆間), 2×1, 6×2 등 6個組合을 除外한 24個

**Table 2.** Analysis of variance for 14 characters calculated from  $F_1$  and  $F_2$  trials of  $6 \times 6$  diallel cross in silkworm

Charaters	Factor	Generation	Treatment	Replication	Error
		d.f.	35	2	70
Fifth instar period		$F_1$	246.4930**	3.7501	3.7892
		$F_2$	44.2001**	26.0001	21.9250
Total instar peroid		$F_1$	332.5710**	4.0001	4.0571
		$F_2$	49.5429*	20.0001	25.1714
Cocoon length (♀)		$F_1$	10.6623**	1.0078*	0.3014
		$F_2$	6.3075	2.7023**	0.4722
(♂)		$F_1$	11.2272**	0.3437	0.3131
		$F_2$	4.1894**	0.8144	0.3155
Cocoon width (♀)		$F_1$	4.4225**	0.039	0.1643
		$F_2$	7.1710**	3.7109**	0.4815
(♂)		$F_1$	4.6738**	0.1035	0.2009
		$F_2$	3.9107**	0.1386**	0.2343
Cocoon weight (♀)		$F_1$	0.1122**	0.0012	0.0092
		$F_2$	0.0463**	0.0586**	0.0061
(♂)		$F_1$	0.0749**	0.0018	0.0048
		$F_2$	0.0272**	0.0141**	0.0049
Cocoon shell (♀) weight		$F_1$	142.2820**	7.8437	4.8716
		$F_2$	55.7629**	28.3438**	3.3673
(♂)		$F_1$	132.0110**	2.2421	4.4613
		$F_2$	48.1741**	19.5117**	3.2849
Percentage of (♀) cocoon shell weight (♂)		$F_1$	13.7489**	1.2050	0.8559
		$F_2$	11.1526**	0.9238	0.6689
		$F_1$	20.9150**	1.7246	1.2272
		$F_2$	15.2901**	2.9257	1.0848
Length of cocoon filament		$F_1$	100717.0001**	672.0001	2475.7701
		$F_2$	72627.9001**	11468.0001**	3637.2601
Percentage of reelability		$F_1$	386.6400**	4.1562	5.5549
		$F_2$	73.2036**	9.10625	6.7830
Weight of cocoon filament		$F_1$	123.7730**	1.2070	1.3761
		$F_2$	24.1117**	17.2754**	2.3022
Percentage of raw-silk		$F_1$	6.6085**	0.4433	0.1829
		$F_2$	65.8665**	37.5547**	6.2988
Degumming loss percentage		$F_1$	11.5972**	0.3418	0.6327
		$F_2$	46.8961**	45.7188*	13.4775
Tenacity		$F_1$	1.1713**	0.0742	0.0240
		$F_2$	2.2694**	0.0167	0.1464
Elongation		$F_1$	12.2463**	1.4687	2.8406
		$F_2$	14.5555**	4.9902	7.6449

Note : 1. \*,  $p < 0.05$ ; \*\*,  $p < 0.01$ .

2. ♀, female; ♂, male.

交配組合에 나타났고 그 정도도 미미하였다. 이는 5  
齡經過日數와 함께 짧은 것이 有利하므로 짧은 親에  
대한 雜種強勢를 算出해 보았을 때  $4 \times 5$ ,  $5 \times 3$ ,  $3 \times 1$ ,

등의 組合에서 負의 方向으로 他 組合보다 높았는데  
이들 組合들은 주로 Romogua(5)가 交配親으로 使用  
된 경우였으며 正逆間 差異에서는  $1 \times 2$ ,  $1 \times 3$ ,  $1 \times 5$ ,

Table 3. Heterosis parameters for 15 quantitative characters calculated from  $F_1$  and  $F_2$  of  $6 \times 6$  diallel cross in silkworm

Parameters Characters	Heterosis (%)										Heterobeltiosis (%)		Inbreeding depression (%)		
	$\bar{P}(F_1)$	$F_1$ , HP ( $F_1$ , LP)	$\bar{F}_1$	$\bar{P}(F_2)$	$F_2$ , HP ( $F_2$ , LP)	$\bar{F}_2$	$\bar{F}_1$ -P	$\bar{F}_2$ - $\bar{P}$	$\bar{F}_1$ -HP ( $F_1$ -LP)	$\bar{F}_2$ -HP ( $F_2$ -LP)	$F_1$	$F_2$		$F_1$ , HP (LP)	$F_2$ , HP (LP)
Fifthe instar period	176.50	186.00 (163.00)	171.41	178.00	183.00 (172.00)	174.71	-5.09	-3.23	-14.59 (8.41)	-8.23 (2.77)	-2.88	-1.81	-7.84 (5.15)	-4.50 (1.61)	-1.92
Total instar period	614.83	629.00 (598.00)	594.66	558.00	562.00 (551.00)	553.77	-20.17	-4.23	-34.34 (-3.34)	-8.23 (2.77)	-3.28	-0.76	-5.45 (-0.55)	-1.46 (0.50)	6.87
Cocoon length	32.15	35.70	33.50	32.00	34.30	32.45	1.35	0.45	-2.20	-1.85	4.20	1.41	-6.16	-5.39	3.13
(♀)	31.22	34.40	32.64	30.03	32.10	30.69	1.42	0.66	-1.76	-1.41	4.55	1.85	-5.12	-4.39	5.97
Cocoon width	18.73	20.70	19.77	18.37	20.60	18.71	1.04	0.34	-0.93	-1.89	5.55	2.20	-4.49	-10.28	5.36
(♀)	18.35	20.50	19.34	17.15	18.80	17.64	0.99	0.49	-1.16	-1.16	6.40	2.86	-5.66	-6.17	8.79
Cocoon weight	1.67	1.86	1.93	1.45	1.60	1.55	0.26	0.10	0.07	-0.05	15.56	6.90	3.76	-3.13	17.99
(♀)	1.40	1.60	1.62	1.18	1.30	1.23	0.22	0.05	0.02	-0.07	15.71	4.24	1.25	-5.38	21.66
Cocoon shell weight	32.18	41.00	38.30	26.93	31.50	28.21	6.12	1.28	-2.70	-3.29	19.01	4.75	-6.58	-10.44	24.91
(♀)	30.97	38.70	36.28	24.73	29.60	25.85	5.31	1.12	-2.42	-3.75	17.14	4.53	-6.25	-12.67	26.71
Ratio of cocoon shell weight	19.05	23.35	19.18	18.02	20.60	18.16	0.13	0.14	-4.17	-2.44	0.68	0.78	-17.85	-11.84	5.31
(♀)	22.43	26.20	22.51	20.97	24.80	21.01	0.08	0.04	-3.69	-3.79	0.36	0.19	-14.08	-15.28	6.66
Length of cocoon filament	759.33	1044.00	937.30	737.33	895.00	810.93	177.97	73.60	-106.70	-84.07	23.43	9.98	-10.22	-9.39	13.48
Percentage of reelability	65.37	71.30	69.42	69.57	75.80	74.18	4.05	4.61	-1.88	-1.62	6.20	6.63	-2.64	-2.14	-6.86
Weight of cocoon filament	23.17	32.40	28.85	21.92	25.90	22.67	5.68	0.75	-3.55	-3.23	24.51	3.42	-10.95	-12.47	21.42
Percentage of raw-silk	17.03	18.13	17.42	12.15	13.79	12.25	0.39	0.10	-0.71	-1.54	2.29	0.82	-3.91	-11.16	29.67
Degumming loss percentage	21.97	24.70	21.05	21.32	26.90	23.47	-0.92	2.15	-3.65	-3.43	-4.19	10.08	-14.78	-12.75	-11.50
(19.30)	4.05	4.80	4.28	4.48	5.90	4.28	0.23	-0.20	-4.80	-1.62	5.68	-4.46	-100.00	-27.46	0.00
Tenacity	20.30	24.80	19.75	20.43	23.40	19.46	-0.55	-0.97	-5.05	-3.94	-2.71	-4.75	-20.36	-16.84	1.47
Enongation															

Note: Each letter is referred to:  $\bar{P}(F_1)$ , mean value of six parental varieties in  $F_1$  trial;  $F_1$ , HP, the highest parental value among six varieties in  $F_1$  trial;  $(F_1, LP)$ : the lowest parental value among six varieties in  $F_1$  trial;  $\bar{F}_1$ , mean value of 30  $F_1$  hybrids;  $\bar{F}_1$ -HP, mean value of six parental varieties in  $F_1$  trial;  $(F_1, LP)$ , the lowest parental value among six varieties in  $F_1$  trial;  $\bar{F}_2$ , mean value of 30  $F_2$  hybrids.

**Table. 4-1.** Heterosis for each cross combination in cocoon weight of silkworm

Parameters <sup>1)</sup>		♀					♂				
Cross combinations		$\bar{P}$	HP	$\bar{F}_1$	Heterosis	Hetero-beltiosis	$\bar{P}$	HP	$\bar{F}_1$	Heterosis	Hetero-beltiosis
J×J <sup>2)</sup>	1×2 <sup>3)</sup>	1.85	2.0	2.05	11.23	2.50	1.50	1.6	1.69	12.79	5.62
	2×1	1.85	2.0	2.10	13.51	5.00	1.50	1.6	1.70	13.33	6.25
J×C	1×3	1.70	1.7	2.20	29.41	29.41	1.45	1.5	1.80	24.14	20.00
	3×1	1.70	1.7	2.00	17.65	17.65	1.45	1.5	1.60	10.34	6.67
	1×4	1.65	1.7	2.10	17.27	23.52	1.40	1.4	1.60	14.29	14.29
	4×1	1.65	1.7	1.90	15.15	11.76	1.40	1.4	1.60	14.29	14.29
J×C	2×3	1.85	2.0	2.10	13.51	5.00	1.55	1.6	1.80	16.13	12.50
	3×2	1.85	2.0	2.03	10.11	0.00	1.55	1.6	1.75	13.23	7.37
	2×4	1.80	2.0	2.30	27.78	15.00	1.50	1.6	1.80	20.00	12.50
	4×2	1.80	2.0	2.08	15.74	4.00	1.50	1.6	1.69	12.64	5.62
J×E	1×5	1.70	1.7	2.00	17.65	17.65	1.40	1.4	1.60	14.29	14.29
	5×2	1.70	1.7	1.90	11.76	11.76	1.40	1.4	1.60	14.29	14.29
	1×6	1.50	1.7	2.00	33.33	17.65	1.25	1.4	1.55	24.00	10.71
	6×1	1.50	1.7	1.30	26.67	11.76	1.25	1.4	1.46	16.74	4.28
	2×5	1.85	2.0	1.96	6.24	-2.00	1.50	1.6	1.60	6.67	0.01
	5×2	1.85	2.0	2.02	9.26	1.00	1.50	1.6	1.70	13.33	6.25
C×C	2×6	1.65	2.0	1.80	9.09	-10.00	1.35	1.6	1.50	11.11	-6.25
	6×2	1.65	2.0	1.79	8.79	10.50	1.35	1.6	1.48	9.75	-7.50
	3×4	1.65	1.7	1.90	15.15	11.76	1.45	1.5	1.63	12.45	8.66
	4×3	1.65	1.7	1.90	15.15	11.76	1.45	1.5	1.60	12.45	6.67
C×E	3×5	1.70	1.7	1.90	11.76	11.76	1.45	1.5	1.67	15.64	11.33
	5×3	1.70	1.7	1.90	11.76	11.76	1.45	1.5	1.70	17.24	13.33
	3×6	1.50	1.7	1.71	14.26	0.58	1.30	1.5	1.50	15.38	0.00
	6×3	1.50	1.7	1.66	11.24	-2.35	1.30	1.5	1.49	14.76	-0.66
	4×5	1.65	1.7	1.95	18.37	14.70	1.40	1.4	1.64	17.27	17.24
	5×4	1.65	1.7	2.00	21.21	17.65	1.40	1.4	1.62	16.24	15.71
E×E	4×6	1.45	1.6	1.80	24.14	12.50	1.25	1.4	1.50	20.00	7.14
	6×4	1.45	1.6	1.70	17.24	6.25	1.25	1.4	1.42	14.29	1.42
E×E	5×6	1.50	1.7	1.90	25.67	11.76	1.25	1.4	1.60	28.00	14.29
	6×5	1.50	1.7	1.75	16.74	2.94	1.25	1.4	1.53	22.34	9.28

<sup>1)</sup>: The simplified letters are: J×J, Japanese×Japanese; J×C, Japanese+Chinese; C×C, Chinese×Chinese; C×E, Chinese×European; E×E, European×European; ♀, female; ♂, male.

<sup>2)</sup>: Varietal names are expressed as follows: 1, N9; 2, N63; 3, C5; 4, C7O; 5, Romogua; 6, Sansurian.

<sup>3)</sup>:  $\bar{P}$ , mean value of two parents; HP, higher parental value;  $\bar{F}_1$ , mean value of  $F_1$ .

Table 4-2. Heterosis for each cross combination in percentage of raw-silk of silkworm

Cross Combinations	Parameters <sup>2,3</sup>	$\bar{P}$	HP	$\bar{F}_1$	Heterosis	Heterobeltiosis	
J×J <sup>1</sup>	1×2 <sup>2</sup>	17.25	18.0	17.80	3.19	-1.11	
	2×1	17.25	18.0	18.00	4.35	0.00	
J×C	1×3	17.30	18.1	18.70	8.09	3.31	
	3×1	17.30	18.1	18.10	4.62	0.00	
	1×4	17.10	17.7	19.20	12.28	8.47	
	4×1	17.10	17.7	18.80	9.94	6.21	
	2×3	18.05	18.1	18.90	4.71	4.42	
	3×2	18.05	18.1	18.67	3.49	3.14	
	2×4	17.55	18.0	19.10	8.83	6.11	
	4×2	17.55	18.0	18.75	6.84	4.16	
	J×E	1×5	14.75	16.5	16.40	11.19	2.12
		5×1	14.75	16.5	16.85	14.29	4.85
1×6		14.75	16.5	16.60	12.54	0.61	
2×5		15.50	18.0	17.60	13.55	-2.22	
5×2		15.50	18.0	17.20	10.97	-4.44	
2×6		15.50	18.0	15.95	2.94	-11.38	
6×2		15.50	18.0	15.83	2.19	-12.05	
C×C		3×4	17.90	18.1	18.60	3.91	2.76
	4×3	17.90	18.1	18.60	3.91	2.76	
C×E	3×5	15.55	18.1	17.82	14.61	-1.54	
	5×3	15.55	18.1	18.40	18.33	1.66	
	3×6	15.55	18.1	16.90	8.68	-6.63	
	6×3	15.55	18.1	17.00	9.32	-6.08	
	4×5	15.35	17.7	16.70	8.68	-6.63	
	5×4	15.35	17.7	17.20	12.05	-6.08	
	4×6	15.35	17.7	16.00	4.28	-9.60	
	6×4	15.35	17.7	16.40	6.84	-7.34	
	E×E	5×6	13.00	14.0	15.36	18.23	9.71
		6×5	12.10	13.00	14.0	16.34	8.00

<sup>1</sup> The simplified letters are: J×J, Japanese×Japanese; J×C, Japanese×Chinese; C×C, Chinese×Chinese; C×E, Chinese×European; E×E, European×European.

<sup>2</sup> Varietal names are expressed as follows: 1, N9; 2, N63; 3, C5; 4, C70; 5, Romogua; 6, Sansurian.

<sup>3</sup>  $\bar{P}$ , mean value of two parents; HP, higher parents between two parents;  $\bar{F}_1$ , mean value of  $F_1$ .

3×5, 4×5, 等組合에서 甚한 傾向을 보여 5齡 經過 日數와 같이 Romogua가 交配親으로 使用될 때 顯著하였다. 또한 全齡經過日數에서도 實質적으로 짧은  $F_1$ 의 表現値는 1×6, 3×6, 4×6 등에서 나타나 Sansurian(6)이 關與한 組合에서 짧은 傾向이었다.

全繭量(Table 4-1)은 고치 形質의 總合으로 評價 되는데 암수 集團間에 算出된 交配親의 平均値,  $F_1$ 의 平均値等은 암수에 集團에서 全般的으로 優勢하였다. 雜種強勢에서 암수에 集團은 1×6正逆間, 1×4, 1×4,

1×3, 4×6의 組合들에서 20% 이상의 높은 雜種強勢을 보였는데 이들 組合들은 優秀親에 대한 heterobeltiosis도 높은 強勢을 보였지만 雜種強勢의 正逆間 差異도 顯著하였다. 숫수에 集團에서 5×6의 正逆間과 1×4, 2×4, 1×6 組合이 높은 雜種強勢 現象을 보였는데 正逆間 差異는 1×3, 1×4, 1×6, 2×4 組合에서 높아 주로 N9(1)의 母本效果가 컸었다. 암수 共通的으로는 1×6, 5×6, 1×3, 4×6의 組合들이 20% 이상으로 높았는데, 이러한 全繭中에 있어서는

heterobeltiosis에서 雜種組合이 그들 優秀親의 範圍를 넘는 경우가 많았다. 즉, 암누에 集團에 優秀親에 대한 雜種強勢는 1×3, 1×5, 1×6, 3×4, 4×5의 正逆間과 2×4, 4×6, 5×6의 組合들이, 숫누에 集團에서는 1×4, 1×5, 4×5의 正逆間과 2×3, 2×4, 1×6 및 5×6 등 組合에서 10% 이상의 正의 heterobeltiosis를 보였는데 2×6의 正逆間과, 6×3組合은 암수간에 共通적으로 負의 超優性 程度를 보였다.

繭層重은 가장 가까운 生絲形質로서 많은 組合들이 높은 強勢現象을 보였는데 가장 높은 雜種強勢를 보인 組合은 1×6으로서 中間親에 대하여 암누에에서 39.71%, 숫누에 集團에서 39.31%이며 超優性 程度에서도 12.67% 및 11.29%으로서 兩 交配親의 範圍를 원등히 超越하는 傾向이었다. 따라서 實際的인 雜種強勢를 나타낼 수 있는 10% 이상의 높은 heterobeltiosis를 보인 組合은 암누에 集團에서 1×4, 2×3, 2×4, 1×5의 正逆間과 2×1, 1×3, 1×6, 5×4, 5×6이었으며, 숫누에 集團에서는 1×2, 2×3, 2×4, 1×5의 正逆間과 1×3, 1×4 및 5×6의 組合들로서 높은 heterobeltiosis가 誘發되어 優秀親의 한계를 超越하는 傾向이었다. 그러나 2×5, 2×6, 3×5, 3×6, 4×6의 正逆 交雜組合 間에만은 負의 強勢現象을 보였다. 雜種強勢의 正逆間 差異는 1×3, 1×4, 4×5 組合들이 암수 共通적으로 甚하였으며 주로 N9(1), C70(4)의 交配親들이 細胞質 效果가 큰 것으로 보여진다. F<sub>1</sub>의 平均値는 암수 共通적으로 日本種×中國種이 日本種×歐洲種 및 中國種×歐洲種보다 커서 雜種強勢의 程度도 日本種×中國種이 크게 作用하였다.

繭絲長에서 가장 높은 雜種強勢 現象을 보인 組合은 40.2%를 보인 中間親에 대하여 매우 긴 繭絲長을 보였는데 이러한 傾向은 同 逆交雜에서도 30.34%를 보여 높은 強勢를 記錄하였으며, 낮은 雜種強勢의 組合은 2×4, 3×4의 正逆間이었다. heterobeltiosis에서 10% 이상의 正의 組合은 1×2, 1×3, 1×4, 2×3, 5×6 등 5個 正逆間과 2×4 및 3×4組合에서였다. 그러나 雜種強勢가 높았던 5×6의 正逆間 交雜에서 30% 가까운 heterobeltiosis가 誘發되었다 하더라도 繭絲의 絕對長이는 日本種×中國種, 中國種×中國種의 各 交配組合에서 1000 m 이상으로 길고 이들 組合들은 雜種強勢나 heterobeltiosis에서도 높은 正의 傾向을 보임과 동시에 F<sub>1</sub>의 實測値도 他 交配組合보다 길게 生産됨으로 繭絲長의 雜種強勢에 대해서는 이들이 優秀組合으로 判定될 수 있었다. 正逆間 差異가 큰 組合은 2×6, 3×6, 4×5 및 5×6으로서, 즉 歐洲種系인 Romogua(5)와 Sansurian(6)이 交配親이 된 組合들에서 他 組合보다 큰 傾向을 보였는데 이는 繭

絲長에서 이 歐洲種이 주로 細胞質이나 母本效果가 큰 것으로 보여진다.

繭絲量도 繭絲長과 같이 正의 높은 雜種強勢를 나타내었다. 中間親에 대한 雜種強勢는 繭絲長에서 높은 強勢現象을 보였던 歐洲種間的 交雜, 즉 5×6의 組合이 50.69%로서 가장 높았고 다음으로 1×4 組合의 37.89%이었다. 正逆間에 20% 이상의 雜種強勢를 보인 것은 1×3, 1×4, 1×5, 2×5, 3×5, 3×6, 4×5, 5×6 등 8個 組合이었으며, heterobeltiosis에서 10% 이상의 正의 強勢를 보인 組合은 1×3, 1×4, 5×6의 正逆間과 1×2, 3×2 및 2×4 組合이었는데 비록 5×6의 組合에서 25% 이상의 heterobeltiosis를 보였으나 그 絕對值으로는 日本種×中國種의 組合에서 30 cg 이상의 높은 繭世量을 보여 實質적으로 유리한 組合으로 인정된다. 正逆間 差異가 큰 組合은 1×4, 2×3, 2×4 이었으나 그 程度는 微微하였다.

生絲量比率(Table 4-2)도 交配組合間에 나타난 雜種強勢는 程度의 差異는 있으나 正의 雜種強勢를 보였는데 生絲量比率에서 10% 이상의 높은 強勢를 보인 組合은 1×5, 2×5, 3×5 및 5×6의 正逆間과 1×4, 1×6 및 5×6이었다. 이들 組合中에서는 5×6 組合이 18.23%로서 가장 높았고 正逆交雜도 16.34%의 높은 強勢를 나타내었다. 그러나 中間親에 대하여 높은 雜種強勢를 보인 組合들도 heterobeltiosis에서는 매우 낮았는데 正逆 交雜間에서 높았던 組合은 1×4, 2×4, 5×6 이었으나 F<sub>1</sub>의 實測値는 交雜強勢 程度는 낮았으나 日本種×中國種이 가장 높았고, 다음이 中國種×歐洲種이었으며 日本種×歐洲種, 歐洲種×歐洲種은 낮게 評價되었다.

## 2. 一般組合能力和 特定組合能力的 檢定

14개 形質에 대한 一般組合能力(GCA) 및 特定組合能力(SCA) 그리고 相互交雜組合能力(RCA)을 世代別로 檢定한 結果는 表 5와 같다.

F<sub>1</sub>에서 一般組合能力和 特定組合能力 그리고 相互交雜組合能力은 全 形質에 걸쳐 高度의 有意性이 認定되어 各 組合能力은 有意적으로 함께 作用함을 보였다. 各 形質의 一般組合能力的 分散보다 크게 評價됨으로서 遺傳子의 相加의 效果가 非相加의 效果보다 크게 作用함을 보였다. 그러나 F<sub>2</sub>에서는 GCA의 伸度, SCA의 5齡 및 全齡經過日數 등을 除外한 全 形質에서 有意함을 보여 組合能力的 各 作用力을 보였으나 F<sub>2</sub>에서의 上記 形質들에 대한 相加的, 非相加的 및 相互交雜의 組合能力은 그 有意性을 발휘하지 못하였고 또한 F<sub>2</sub>의 強度에 있어서는 一般組合能力보다 特定組合能力이 더 크게 評價되었다. 또한 F<sub>1</sub>의



Table 5. Mean squares of GCA(general), SCA(specific) and RCA(reciprocal combining ability) for 14 characters of  $F_1$  and  $F_2$  calculated from  $6 \times 6$  dialled cross in silkworm

Combining ability	G C A		S C A		R C A		Error	
	5		15		15		70	
	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$
Fifth instar period	246.1001**	51.2501**	65.1823**	10.1501	44.5148**	7.1518	1.2631	7.3083
Total instar period	391.6001**	57.6001**	59.2667**	12.533	68.8704**	7.1518	1.3523	8.3904
Cocoon length ( $\bar{x}$ )	17.5266**	9.7671**	1.4849**	0.9807**	0.9668**	0.6690**	0.1004	0.1514
( $\delta$ )	18.2203**	7.4105**	1.4067**	0.4427**	1.2506**	0.3457**	0.1043	0.1051
Cocoon width ( $\bar{x}$ )	7.8222**	9.2001**	0.5196**	1.5632**	0.3130**	0.9466**	0.0547	0.1605
( $\delta$ )	8.4105**	6.6168**	0.4621**	0.4946**	0.3699**	0.3413**	0.0669	0.0781
Cocoon weight ( $\bar{x}$ )	0.1202**	0.271**	0.0263**	0.0166**	0.0208**	0.0101**	0.0030	0.0020*
( $\delta$ )	0.0853**	0.0246**	0.0158**	0.0065*	0.0139**	0.0064**	0.0016	0.0016
Cocoon shell weight								
( $\bar{x}$ )	238.1301**	85.6711**	16.9737**	11.2326**	14.3118**	3.9822**	1.6238	1.1224
( $\delta$ )	223.0230**	78.3250**	13.7534**	7.3287**	14.5793**	4.0313**	1.4871	1.0949
Ratio of cocoon( $\bar{x}$ )	26.0707**	20.8910**	1.2690**	1.3533**	0.7339**	0.4573**	0.2853	0.2229
( $\delta$ )	39.5969**	29.9418**	1.1010**	1.2577**	1.9635**	0.6535*	0.4091	0.3616
Length of cocoon filament								
	173792.0001**	86874.4001**	16961.6001**	20141.700*	3442.4701**	7338.4701**	825.2570	1212.4201
Percentage of reelability								
	140.0810**	63.6250**	111.9350**	17.8510**	142.0940**	17.8783**	1.8516	2.2610
Weight of cocoon filament								
	204.3450**	42.6117**	20.6449**	3.4619**	7.5073**	1.0871	0.4587	0.7674
Percentage of raw-silk								
	11.4238**	115.0250**	1.1499**	9.4260**	0.1823**	3.4627	0.0609	2.0996
Degumming loss percentage								
	8.8156**	19.3219**	2.0898**	10.6758**	3.9917**	19.2884**		
Tenacity								
	0.3426**	0.4492**	0.2819**	0.5820**	0.5149**	1.0333**	0.0080	0.488
Elongation								
	8.9588**	2.4128	3.7155**	6.6006**	2.8229**	3.9159	0.9468	2.5483

\*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$

RCA에서 高度의 有意性이 全 形質에 걸쳐 나타났는데 이는 6×6 diallel 交配組合을 交配親에 따른 母本效果, 즉 細胞質의 效果도 存在함을 暗示하였으며, F<sub>2</sub>에서는 幼蟲經過와 繭絲量 및 生絲量比率 그리고 伸度 등에서는 留意하지 못하였다. 이러한 分散分析으로 各 交配親이 雜種世代에 미칠 수 있는 平均效果, 즉 一般組合能力의 效果를 各 形質別로 檢定한 結果는 表 6과 같다.

6개 交配親 中 5齡 및 全齡經過日數에 있어서는 C5(3)와 C70(4)이 正의 效果로서 컸으나 Sansurian (6)이 負의 效果로서 兩世代間에 크게 評價되어 누에의 飼育日數를 짧게 할 수 있는 效果가 컸었다. 그러나 누에의 繭長, 繭幅, 全繭重, 繭層重 그리고, 繭層比率 등에서는 世代 및 암수간의 多少 差異가 있었는데, 繭長은 암수에 集團에서 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 世代에 관계 없이 N9(1)가, 숫누에의 F<sub>1</sub>은 N9(1), F<sub>2</sub>는 C5(3) 및 C70(4)이 각각 그 效果가 컸으며 繭幅은 繭長의 경우와 다른 傾向이었다. 즉, 암수에 集團에서는 F<sub>1</sub>에서 C5(3)와 C70(4) 中國系가, F<sub>2</sub>는 N9(1)와 Romogua(5) 숫누에 集團은 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 兩世代間에 C5(3) 크게 評價되어 암수集團에서 다소 다른 差異를 보였다.

全繭重도 F<sub>1</sub>은 2(N63-♀), 3(C5-♂)으로 각각 그 效果가 크게 評價되어 遺傳的으로 누에의 고치무게를 무겁게 할 수 있는 交配親으로 評價되었다. 繭層重은 N63(2)과 C5(3)이 F<sub>1</sub>의 암수에 및 숫누에 集團에서, F<sub>2</sub>는 C5(3)가 각각 컸으며, 繭層比率는 世代와 암수間에 中國種인 C5가 他 어느 交配親보다 一般組合能力의 效果가 크게 評價되었다. 繭絲長은 세 交配親의 效果가 컸었다. 즉, 世代間에 관계 없이 N63(2), C5(3) 및 C70(4)가 컸었는데 이는 繭絲量의 組合能力에서도 같은 傾向으로서, C5(3)는 兩 世代間的 生絲量比率에서도 역시 큰 效果를 나타내었다. 練減率은 負로서 效果가 큰 交配親이 유리한데, 2(N63-F<sub>1</sub>)과 5(Romogua-F<sub>2</sub>)가 각각 世代에 따라 컸으며 強度와 伸度에서는 1(N63-F<sub>2</sub>의 強度), 1(N9-F<sub>2</sub>의 強度) 및 3(C5-伸度의 F<sub>1</sub>), 5(Romogua-伸度의 F<sub>2</sub>)에서 각각 그 效果가 評價되어 一般組合能力은 世代에 따라 比較的 같은 效果를 보였으나 絲質形質인 解舒率, 練減率, 強度 및 伸度 등의 形質들은 世代間에 각각 다른 效果를 나타내었다.

각 形質에 따라 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 兩 世代間에 雜種世代가 나타낼 수 있는 組合能力 즉, SCA 效果를 主要形質에 따라 檢定한 結果는 表 7-1~7-6과 같다.

全齡經過日數(Table 7-1)에서 負의 效果로서 幼蟲經過를 짧은 方向으로 誘導할 수 있는 SCA 效果는 世代間에 多少 差異는 있었지만 F<sub>1</sub>에서는 GCA 效

果에서 높게 評價되었던 Sansurian(6)과 Romogua (5)가 交配親으로 使用된 組合에서 크게 評價되었다. 즉, F<sub>1</sub>에서는 6×3, 6×4, 1×3, 5×2, 5×3, 5×4의 組合들, F<sub>2</sub>는 5×4, 4×2, 1×2 등 組合들이 世代에 따라 多少 差異는 있었지만 F<sub>1</sub>에서는 Romogua(5)가 交配親으로 使用될 때 飼育日數가 짧아질 수 있는 組合들이 많았다.

全繭重(Table 7-2)은 암수別 그리고 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 世代別로 SCA 效果를 算出하였는데 F<sub>1</sub>에서는 6×5, 3×1의 組合이 암수間에 각각 높은 效果를 보여 이들 組合들은 F<sub>1</sub>의 암수間에서는 差異를 보이지 않았으나 숫누에 集團에서는 3×1, 1×6 組合도 높은 傾向이었다. F<sub>2</sub>도 1×3, 2×5 組合이 암수間 差異없이 높은 SCA 效果를 보였는데 3×6의 組合도 또한 숫누에 集團에서 높은 傾向이었다.

繭層重(Table 7-3)은 많은 交配組合에서 높은 SCA 效果를 보였으며 이들 交配組合은 암수間에 共通의 이었다. 1×2, 1×3, 1×6, 6×5 組合이 F<sub>1</sub>에서 암수에 關係없이 높은 SCA 效果를 發揮하였는데 이밖에도 숫누에 集團의 2×3, 2×6도 높아 주로 日本種系들이 交配親으로 使用될 때 F<sub>1</sub>의 繭層重에 대한 SCA 效果가 높았으며 F<sub>1</sub>에서도 1×3, 2×5, 組合이 암수間에서 높은 SCA 效果를 각각 나타내었다.

繭絲長(Table 7-4)은 주로 中國種系인 C5(3), C70 (4)이 關與한 組合에서 높은 SCA 效果를 보였는데 F<sub>1</sub>에서는 3×1, 3×2, 4×2, 2×5, 6×5의 組合들이, F<sub>2</sub>도 3×1, 3×4, 2×5, 5×6이 높았으며 이 중 3×1와 6×5 組合은 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 兩世代間에 걸쳐 높은 SCA 效果를 나타냈다.

繭絲量(Table 7-5)은 1×4, 2×5 組合이 F<sub>1</sub>에서, 1×3, 5×6이 F<sub>2</sub>에서 각각 높아 이들 組合들이 繭絲의 量을 增加시킬 수 있는 組合으로 推定되었다.

生絲量比率(Table 7-6)도 繭絲量과 같이 世代나 組合에서 비슷한 傾向을 보였는데 F<sub>1</sub>에서는 4×1, 6×5 組合이, F<sub>2</sub>는 1×3, 2×4 또한 F<sub>1</sub>과 같이 6×5 組合이 生絲量比率를 높일 수 있는 組合들로 보여졌다.

## 考 察

### 1. 雜種強勢

누에의 雜種強勢 利用에는 2元交配外 3元 및 4元 등 多元交雜이 利用되고 있으나 이곳에서 2元交雜만 으로 評加 對象이 되어진 것은 누에 多元交雜은 交雜原種으로의 產卵能率 改善에만 目的이 주어지는 것이지 결코 繭·絲質의 改善과는 거의 無關한 때문에 2元交雜에 의한 形質發現은 누에 雜種強勢 利用의

Table 6. GCA effect for 14 characters of  $F_1$  and  $F_2$  trials analyzed from  $6 \times 6$  diallel cross in silkworm

Parents	N 9		N 63		C 5		C 70		Romogua		Sansurian	
	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$
Fifth instar period	0.2871	-0.1574	1.5926	2.3703	4.7037	0.3426	2.6759	2.0925	-0.9073	-1.8796	-8.3518	-2.7685
Total instar period	0.4722	-0.3424	0.6389	2.1853	4.3056	1.2686	6.1945	1.9075	-1.4444	-2.0647	-10.1666	-2.9535
Cocoon length (♀)	1.6723	1.1121	0.6234	0.2095	-1.5093	-1.0142	-1.1729	-0.7259	0.8671	1.0837	-0.9304	-0.2462
(♂)	1.8211	-0.0576	0.5949	0.0564	-1.0717	0.9334	-1.1987	0.7753	0.7413	-1.1276	-0.8867	-0.5799
Cocoon width (♀)	0.2081	1.1225	0.3798	-0.1037	0.8006	-0.9501	0.6139	-0.7226	-1.1565	1.0064	-0.8460	-0.324
(♂)	0.1753	0.0305	0.4414	0.0661	0.8398	0.7791	0.6209	0.7619	-1.1593	-1.1525	-0.9182	-0.4852
Cocoon weight (♀)	0.0522	0.0448	0.0963	0.0171	0.0305	0.0184	0.0055	0.0006	0.0077	0.0114	-0.1925	-0.0924
(♂)	0.0608	0.0284	0.0844	0.0051	0.0305	0.0356	-0.0236	-0.0065	0.0002	0.0242	-0.1525	-0.0868
Cocoon shell weight	2.1846	1.6351	3.9079	1.1407	3.0060	2.3601	1.0685	1.2379	-2.1409	-1.7203	-8.0262	-4.6537
(♂)	2.2526	0.7129	4.0296	0.5657	2.8446	2.7435	0.6265	1.6879	-2.0870	-1.2537	-7.6664	-4.4564
Percentage shell weight (♀)	0.5187	0.5259	0.9390	0.4703	1.4399	1.3870	0.6468	0.8398	-1.0873	-1.1741	-2.4573	-2.0490
(♂)	0.6711	0.0621	1.2697	0.4287	1.3786	1.6564	1.0551	1.5287	-1.2241	-1.3629	-3.1502	-2.3129
Length of cocoon filament	38.5741	28.3704	57.4631	34.7037	142.1571	88.7593	56.7686	41.7315	-128.8980	-42.7686	-166.0651	-150.7961
Percentage of reelability	-1.4027	0.7185	1.5527	-2.2453	-6.1527	-1.5092	3.4666	-1.1759	1.9388	0.0546	0.5972	4.1574
Weight of cocoon filament	1.4544	1.0194	2.4277	0.8501	3.7966	1.7833	2.2794	0.9138	-2.9866	-1.4027	-6.9716	-3.1638
Percentage of raw-silk	0.3025	1.5722	0.5358	1.5994	0.9105	3.0011	0.6566	1.3069	-0.8655	-2.3011	-1.5401	-5.1836
Degumming loss percentage	-0.5851	0.4963	-1.2184	-0.5481	0.6064	-0.3203	0.9737	1.0879	-0.3909	-2.0842	0.6160	1.3685
Tenacity	0.0938	0.1879	0.2551	0.0546	-0.0271	-0.3759	0.0418	0.0713	-0.1923	0.0463	-0.1714	0.0157
Elongation	-1.0026	0.1009	0.3678	-0.4546	1.4995	-0.2629	-0.4829	-0.2824	-0.0554	0.7925	-0.3262	0.1064

Note: Underlines are expressed as parents having the larger GCA effect, and the dotted lines are a beneficial values as minus.

**Table. 7-1.** SCA effect for total instar peroid of  $F_1$  (upper diagonal) and  $F_2$  (lower) analyzed from  $6 \times 6$  diallel cross in silkworm

Parents	1(N9)	2(N63)	3(C5)	4(C70)	5(Romo.)	6(Sansu.)
1		-0.9445	-4.1111	-1.002	1.3055	-0.9723
2	-0.8132		7.7221	4.8332	-4.5279	2.5278
3	0.5915	-0.2202		4999	-4.8611	-4.0355
4	1.1065	-0.6952	0.1645		-5.4167	-6.1946
5	-0.1749	0.6084	0.6598	-0.6568		0.9443
6	0.3934	-2099	0.3448	0.2215	0.1766	

Note: Underlines are expressed as cross combinations having the short SCA effects among cross combinations.

**Table. 7-2.** SCA effect for coccon weight of  $F_1$  (upper diagonal) and  $F_2$  (lower) analyzed from  $6 \times 6$  diallel cross in silkworm

Parents	1(N9)	2(N63)	3(C5)	4(C70)	5(Romo.)	6(Sansu.)
♀	1	-0.1014	0.1561	0.1028	0.0306	0.0742
♀	2	-0.0759	0.0769	0.0636	0.0064	-0.0317
♀	3	0.1910	-0.1245	-0.0172	-0.0311	-0.0025
♀	4	0.0571	0.0116	-0.0115	0.0493	0.0625
♀	5	-0.0620	0.1407	0.0094	-0.0945	0.1936
♀	6	-0.0065	0.0096	0.666	0.0460	0.0202
♂	1	0.0739	0.0761	0.0419	0.0064	0.0608
♂	2	-0.0662	0.0542	0.0483	0.0344	-0.0644
♂	3	0.1099	-0.0568	-0.0261	0.0350	-0.0206
♂	4	0.0321	0.0421	-0.0168	0.042	0.0586
♂	5	-0.0487	0.0896	-0.0059	-0.0154	0.0814
♂	6	0.0074	0.0257	0.0719	-0.0309	-0.0034

Note: Underlines are expressed as cross combinations having the short SCA effects among cross combinations.

**Table. 7-3.** SCA effect for coccon shell weight of  $F_1$  (upper diagonal) and  $F_2$  (lower) analyzed from  $6 \times 6$  diallel cross in silkworm

Parents	1(N9)	2(N63)	3(C5)	4(C70)	5(Romo.)	6(Sansu.)
♀	1	2.2973	2.3497	1.2018	1.3695	1.0465
♀	2	-1.5741	1.8909	1.4551	0.5062	-2.6718
♀	3	5.7898	-1.3491	-0.0963	-0.0452	-1.8382
♀	4	0.6287	0.5398	0.6204	1.4257	0.6993
♀	5	-0.7630	2.9981	-1.5713	-3.5324	2.8604
♀	6	-0.7463	-0.9352	0.1287	0.75-9	2.6527
♂	1	2.2848	2.0198	0.0929	0.9031	2.1443
♂	2	-2.3463	2.1012	1.9293	1.2462	-2.9527
♂	3	41.2926	-1.2269	-0.5091	0.2112	-2.2943
♂	4	1.5148	0.7287	0.0009	0.1726	0.6004
♂	5	-1.6268	2.9537	-0.7574	-1.9852	2.7856
♂	6	-0.3407	0.1565	0.8787	-0.8491	1.4093

Note: Underlines are expressed as hybrids having higher SCA effects among cross combinations.

代表的이라 할 수 있다.

一般的으로 雜種世代的 많은 形質에서 最大 生産

能力을 目標로 하는  $F_1$  育種에서는 그 形質에 대하여 높은 生産性を 나타내는 交配組合이 探索되면 바로

**Table. 7-4.** SCA effect for length of cocoon filament of  $F_1$  (upper diagonal) and  $F_2$  (lower) analyzed from  $6 \times 6$  diallel cross in silkworm

Parents	1(N9)	2(N63)	3(C5)	4(C70)	5(Romo.)	6(Sansu.)
1		7.5927	82.2314	83.9537	1.1203	-7.8798
2	-189.2040		46.1758	-0.4352	51.7315	-11.2686
3	187.4070	-13.0927		-19.6297	19.2036	26.8704
4	15.1018	9.7686	89.3795		17.5925	7.5925
5	-34.3983	160.7690	-30.9538	-92.5927		160.0930
6	62.4630	5.1297	-60.2593	3.7686	70.9353	

**Table. 7-5.** SCA effect for weight of cocoon filament of  $F_1$  (upper diagonal) and  $F_2$  (lower) analyzed from  $6 \times 6$  diallel cross in silkworm

Parents	1(N9)	2(N63)	3(C5)	4(C70)	5(Romo.)	6(Sansu.)
1		-0.0606	1.3672	3.2411	0.4656	1.4439
2	-1.2028		1.1772	0.3028	4.0572	-1.4928
3	3.1306	-0.3000		-1.7194	1.8133	1.0333
4	0.0167	0.7861	-1.0139		2.7839	0.1656
5	-0.6667	0.5694	0.1194	-1.2778		1.2350
6	-0.0556	-0.3361	0.3139	1.9000		

**Table. 7-6.** SCA effect for percentage of raw-silk of  $F_1$  (upper diagonal) and  $F_2$  (lower) analyzed from  $6 \times 6$  diallel cross in silkworm

Parents	1(N9)	2(N63)	3(C5)	4(C70)	5(Romo.)	6(Sansu.)
1		-0.0950	-0.0081	0.8258	0.2047	0.3853
2	-2.1853		0.0619	0.3592	0.5397	-0.6092
3	5.2392	-0.7197		-0.1760	0.5833	0.4161
4	0.1117	1.2928	-1.6172		-0.0111	-0.2350
5	-1.0519	0.7358	0.2158	-2.0917		1.1206
6	-0.1894	0.3883	0.4500	-0.2525	3.0422	

Note: Underlines are expressed as cross combinations having the short SCA effects among cross combinations.

그들의 交配親으로  $F_1$ 을 利用키 위한 維持親으로 活用할 수 있는데, 이러한 組合能力이 높은 維持親을 쉽게 探索할 수만 있다면 누에의  $F_1$  育種은 成功的이라 할 수 있다. 따라서 目的 形質에서 發現되는 雜種強勢를 利用하고자 할 때는 우선 여러 形質들에 대한 雜種強勢의 程度를 評價해 보고 또한 많은 交配組合를 作成하여 어떠한 組合에서 높은 雜種強勢가 發現되는가를 探究하는 것은 보다 나은 交配組合를 探索하고 우량의 交配親을 유지하는데 있어 重要 課題라 하겠다.

$F_1$ 에 나타는 雜種強勢 現象을 算出해 보았을 때 絲質形質 中 繭絲量과 繭絲長에서 각각 24.51%와 23.43%로 높은 正의 雜種強勢를 보여 多收의  $F_1$  育

種目標에 부합되는 傾向이었다. 즉, 이들 形質들은 實質的인 生絲의 量을 결정짓는 形質이고  $F_1$ 에서의 雜種強勢가 顯著하기 때문에 遺傳的으로 더 길고 많은 絹物質을 生産할 수 있는 交配組合만 探究된다. 一次의으로는 成功的이라 할 수 있겠다. 이러한 雜種強勢는 繭質形質(全繭重, 繭層重)에 있어서 10% 이상의 中間親에 대한  $F_1$ 의 強勢現象을 보여 全繭重이나 繭層重은 間接的으로 生絲의 量을 增加시킬 수 있는 形質로 보아도 무난한 것으로 推定된다. 그러나 絲質形質인 解舒率 및 練減率이나 強度 및 伸度 등에서의 雜種強勢의 發現率은 미미하였는데 이의 改善을 위해서는 良質을 기할 수 있는 交配親 探索과 製絲課程에서의 不合理한 점들을 改善시켜야 할 것

으로 보여진다. 한편 5齡과 全齡經過日數에서 매우 낮더라도 負의 方向으로 雜種強勢가 作用하는 것은  $F_1$ 은 보다 많은 絹物質을 生産하면서 單位時間의 食桑 및 消化로 이루어지는 것으로 幼蟲經過가 보다 짧은 交配親의 開發로 보다 짧은  $F_1$ 을 探索하여야 할 것이다.

한편 雜種強勢가 正으로 높은 強勢現象이 發現된 形質들도 優秀 兩親을 超越할 수 있는 雜種強勢, 즉 heterobeltiosis는 全形質에서 負의 傾向을 보이고, 또한 強勢로서 유리한 飼育日數나 練減率 등에 있어서도 優秀親(-方向의 낮은親)에 대해 算出하였을 때도 全齡經過日數만이 正의 값을 보임으로서  $6 \times 6$  diallel reciprocal 組合에서의  $F_1$  集團은 優秀親의 範圍를 넘지 못하는 傾向이었다. 이러한 이유는 雜種集團의 平均値를 優秀親에 대하여 比較 計算할 때 優秀 交配親은 6개 品種中 그 形質에 대하여 가장 높았거나 낮았던 交配親에 대하여 比較 算出되었기 때문인데, 實際 交配組合間의 heterobeltiosis에 있어서는 交配親의 範圍를 넘는 組合이 많았다.

한편  $F_2$ 의  $F_1$ 에 대한 近交弱勢現象은 雜種強勢가 높았던 形質들에서 10% 이상의 正의 弱勢를 보여  $F_1$ 에서 強勢가 높으면  $F_2$ 의 形質發現은 顯著히 떨어지는 것으로 判斷되었으며, 近交弱勢가 顯著한 形質들은 全繭重, 繭層重, 繭絲長, 繭絲量 등이었다. 이러한 雜種強勢現象을 交配組合別로 볼 때, 누에 飼育期間의 短縮을 위한 雜種強勢는 負로서 높은 것이 유리한데, 實際 各 交配組合間에 있어서도 그 程度는 多少 작았지만 heterobeltiosis에서 짧은 5齡經過日數의 交配親의 範圍를 넘는 組合은 몇몇 있었다. 즉,  $1 \times 4$ ,  $1 \times 5$ ,  $4 \times 5$ ,  $5 \times 4$  등 Romogua(5)가 交配親인 組合에서 負 方向의 超優性程度는 컸는데 平均値에서도 供試 歐洲種은 經過日數도 짧아 良好한 結果를 보이므로 高收量을 低下시키지 않는 한 이들 品種들을 交配親으로 하는 것이 유리한 것으로 보인다. 全繭重은 組合에 따라, 또는 암수에 따라 달랐지만 heterobeltiosis에서  $1 \times 3$ (♀)가 29.41%로, 또한  $1 \times 4$ (♀)가 23.53%로 각각 높아 주로 日本種系인 N9(1)가 中國種系와 交雜될 때 高收량을 增加시키는 傾向이었으며 이러한 것은 繭層重의 結果도 같은 傾向이었다.

한편 繭絲形質인 繭絲長과 繭絲量에서는 歐洲種間의 交雜에서 높은 超優性程度를 보였는데 이러한 組合에서 生産된 繭絲長과 繭絲量은  $F_1$ 의 表現値로 그들의 交配親에 비해 매우 컸으나 他 組合과 比較될 때는 짧고 낮아 實用的인 면을 고려할 때는  $1 \times 3$ ,  $1 \times 4$ ,  $2 \times 3$ ,  $2 \times 4$ 의 正逆組合들이 雜種強勢의 發現面

에서나 絕對 繭絲生産量에서 높은 數値를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 또한 正逆間 交雜에 의한 差異는 母本效果, 즉 細胞質의 影響으로 볼 수 있는데 全繭重 및 繭層重에서는  $1 \times 3$ (♀),  $2 \times 4$ (♀) 組合, 繭絲長에서는  $2 \times 6$ ,  $3 \times 6$ ,  $4 \times 5$ ,  $5 \times 6$  組合, 繭絲量은  $1 \times 4$ ,  $2 \times 4$  組合에서 各各 큰 差異를 보여 形質에 따라 交配親의 母本效果는 다르게 表現되는 傾向이었다.

이러한 누에의 各 形質에 대한 雜種強勢는 많은 研究者들에 의하여 報告되어 왔는데 누에 經過日數에서 本 試驗의 結果와 같이 負의 強勢現象이 誘發되었다는 研究報告는 原田(1961), 高崎(1968), 木村와 李(1964), 鄭과 張(1989), 鄭(1988) 등에서 報告되었는데 原田(1961)는 春秋蠶間에 각각 -3.3% 및 -4.0%의 雜種強勢를 報告하여 그 程度에 있어서도 비슷한 傾向이었으나, 張等(1981)은 全齡과 5齡經過日數의 雜種強勢는 有意하지 않았다고 하였다. 全繭重과 繭層重에 있어서는 平田(1982)은 높은 強勢를 보였다고하고, 鄭(1988)은 20.9% 및 22.7%의 높은 強勢를, 原田(1961, 1966)는 추잡에서 17.7% 및 18.3%를, 秋蠶에서 15.2% 및 15.3%, 木村와 李(1964)는 春蠶에서 24.9% 및 34.4%, 夏蠶에서 23.4% 및 32%로서, 異系統間의 交雜이 同系統보다 높은 雜種強勢를 誘發하였다고 報告하였으나, 孫等(1987)은 이들 研究者들보다 낮은 4.28% 및 1.77%를 報告하여 각 研究者들간에 다소 供試된 交配親에 따라 差異가 있기는 하나, 高收의 무계形質에 대한 雜種強勢는 有意하게 發現되는 것으로 보여진다.

또한 本 試驗에서 가장 높았던 雜種強勢를 보인 繭絲長과 繭絲量에 대해서는 平林(1982b)의 경우, 繭絲長에서 0.5~24.1%를, 繭絲量에서는 9.8~36.2%의 높은 強勢現象을 보였다고 하고 이들 형질들의 優性 効果는 有意적으로 높았다고 하였는데, 原田(1961)는 春·秋間에 10.8% 및 11.0% 内外를, 鄭(1988)은 繭絲量에서 37.6%를 각각 보여 本 試驗에서 나타난 雜種強勢의 程度와 이들과는 거의 같은 雜種強勢의 程度를 보였으나, 孫等(1987)은 繭生産力이 다른 系統間의 二面交雜에서 5.59% 및 7.63%로 낮게 주장하여 多少 다른 結果를 보였다. 絲質形質인 練減率에 있어서 平林(1979)는 本 試驗과 같이 負의 雜種強勢를 報告하였으나 交配樣相에 따라서는 正의 경우도 있었다고 하였는데, 本 試驗의 繭層比率의 암수에 集團에서 낮은 雜種強勢와 숫수에 集團에서 發現되지 못했던 것은 朴과 李(1988)의 結果에서도 뒷받침되고 있었다. 朴과 李(1988)는 繭層比率에 대해 누에形質에서 유일하게 雜種強勢의 現象이 없고  $F_1$ 에서 이러한 繭層比率을 높이기 위해서는 蠶體內에 相對的으로 絹絲腺의 增

량이 要求되는데 이러한 것은 生理的 不均衡 때문에 누에의 強健性은 물론 産卵性도 問題가 되는 점을 지적하여 繭層比率은 다른 次元의 누에 生理面에서 生態的 形質과 結付해서 풀어야 할 課題라고 보여진다.

한편 形質中 雜種強勢가 높았던 全繭重, 繭層重, 繭絲長 및 繭絲量은  $F_1$ 의 雜種強勢와 비례하여 높은 近交強勢 現象을 發現하였는데 一般的으로 이러한 現象은 어떤 近交系에 대한  $F_2$ 의 平均生産値가  $F_1$  値보다 더 적게 나타나는 것으로서 만약  $F_1$ 과 交配親과의 生産力에서 그 差異가 없다면  $F_2$ 의 生産性은  $F_1$ 과 같아질 수가 있다. 이것은  $F_1$ 에서 雜種強勢의 現象이 없다면 近交弱勢現象도 存在하지 않는 것으로 解析될 수 있으며, 또 다른면에서는  $F_1$ 과 交配親間的 差異가 크면 클수록  $F_1$ 과  $F_2$  間的 生産力의 차이는 더욱 그 程度가 커질 것으로 보여진다. 따라서 이러한 點을 고려하여 育種計劃을 樹立코자 할 때는  $F_1$ 에서  $F_2$ 에서 豫測値가 큰 組合을 選拔하는 것이  $F_2$ 에도 유리한데, Wright(1921b)는 이러한 方法을 利用하고자 할 때는 우선 組合能力이 높은  $F_1$ 을 供試하여 組合能力의 平均値가 低下하지 않는 한  $F_1$ 의 生産力이 많은 것이 좋으나 實際로는 組合能力이 높은 近交系는 限定되어 있으므로 一定水準 以上으로 增加하면 組合能力의 平均値가 低下되기 때문에 形質의 生産力이 높은 近交系를 選擇하고 또한 組合能力이 높고 形質의 平均値도 높은 近交系를 擇하는 것이  $F_1$  育種效率을 높일 수가 있다고 보여진다.

이러한 雜種強勢는 近交系에 있어 異型接合體의 遺傳的 組成이 그들과 聯關된 同型接合體보다 어떤 形質에 對하여 超越性を 나타내는 것으로서 生長率 및 生體크기의 增加 및 生絲 收量의 增加 등으로 雜種世代中  $F_1$ 에서만이 最大 表現으로 나타나며 交配親의 水準에서는 예측되어질 수 있는 것은 아니다.

Jinks(1955)는 diallel cross를 통해 雜種強勢의 現象을 兩 交配親이 지니고 있는 優性遺傳子의 集積과 heterozygosity 自身이 雜種強勢에 對한 發現能力이 있다고 하였으나, Sakai and Utiyamada(1957)는 強勢를 發現하는 生育은 hetero 狀態에서 超優性으로부터 發現되는 獨立的인 競合能力으로부터 移行되어질 수 있다고 하였는데, 이러한 雜種強勢는 遺傳的 不均衡 現象으로서 一代雜種 育種에서는 어떻게 하면 바로 目標 形質에 對한 超越性を 획득할 수 있느냐가 問題視 된다. 一般的으로 이러한 育種에서는 原原種을 包含하는  $F_1$ 은 어떤 形質의 發現에서 더 많은 生産性을 나타낼 수가 있는데 遠緣間에 交配親間的 交雜은, 近緣間 交配親間的 交雜보다도 雜種強勢의 現象은

더 커질 수가 있다. 즉, 類緣關係가 먼 누에사이에서 흔히 發生되는 強勢現象은 같은 場所에 있어서도 飼育方法이나 飼育樣式의 差異에 따라 별도로 改良된 集團사이에서 交配를 하면 顯著的한 雜種強勢가 發現되는데, 이는 오랜 期間의 隔離로 인해 集團사이에 遺傳的 分化가 進行되어 각 集團이 異質의 遺傳子를 갖게 된 결과라고 볼 수 있다. 本 試驗에서도 交配親으로 使用된 品種들이 같은 집누에에 속하는 種이라 할지라도 生産地에 따른 品種의 分化가 細分되었고 이러한 分化課程中 生態型에 따른 差異에 起因함으로서  $F_1$ 에서 誘發되는 雜種強勢의 程度는 交配組合 및 形質에 따라 多樣하였다고 할 수 있다.

一代雜種 育種에서는 雜種強勢가 heterozygosity에 나타나는 特徵이 있기 때문에 hetero接合體의 比率이 높은 集團을 만들어 내는 것이 一代雜種育種의 基本이 된다. 따라서 hetero接合體의 比率을 높이는 데는 人爲的으로 交雜시킬 수 있는 効率的인 方法이 必要한데 누에에서는 암수間的 交雜  $F_1$ 은 蠶種製造業者들에 의해 잘 進行되므로 目的으로 하는 形質에서 높은 雜種強勢가 發現되기 위하여는 指定된 交配樣式 등 착오없는 管理가 講究되어야 한다.

本 試驗에서 雜種強勢에 대한 結果를 볼 때, 世代나 암수間에 따라 각 形質에 發現되는 雜種強勢는 그 크기에 있어서, 多少 다른 傾向을 보인 境遇도 있었는데, 이러한 것은 여러가지 條件에 따라 달라질 수 있을 것으로 보여진다. 즉, 組合이나 正逆 交雜間에서의 差異는 特定한 組合에 의해서 높은 強勢를 나타내는 特定組合能力 등이 관여하고 있는 것으로 評價되며, 環境下에서의 發現에서도 強勢現象(雜種強勢)과 弱勢現象(pauperization)이 環境에 따라 發現될 수 있다. 그러나 실제 누에育種에서는 環境과의 여러 條件도 考慮해 가면서 形質發現에 利用하는 한편 收繭量과 같이 增加됨으로서 有利한 正의 雜種強勢와 經過日數, 練減率 등과 같은 負의 雜種強勢가 오히려 理想的인 境遇에는 이를 利用하고자 하는 目的에 따라 각각의 目標을 세워 効率的으로 應用해야 할 것으로 史料된다.

## 2. 組合能力

一代雜種에서 交配親의 適切한 選定은  $F_1$ 의 生産力에 대한 良否를 평가할 수 있다. 즉, 어떠한 組合들이 必要로 하는 形質에서 많은 雜種強勢를 發現할 수 있을까 하는 問題는 바로 一代雜種育種에 있어 育種目標의 成敗가 左右되기 때문이다. 누에 一代雜種에서 그 規模上 單交配나 複交配으로 몇몇의 限定된 品種을 交配親으로 하여 組合能力을 評價해 왔으나

이들을 二面交雜시켜 各 形質에 發現되는 組合能力을 測定하여 交配親으로서 維持함으로써  $F_1$  育種의 組合選拔 効率을 보다 높일 수 있다.

$F_1$ 에서 發現되는 雜種強勢의 程度는 交配親의 組合能力에 따라 크게 左右되기 때문에 一代雜種을 利用하는 育種에서는 各 形質이나 交配親 그리고 作成된  $F_1$ 에 대하여 慎重하게 組合能力의 程度와 그 遺傳作用 부분을 評價해 볼 필요가 있다. 즉, 一般的으로 雜種強勢에는 어느 特定한 交配組合에 의하여 높은 雜種強勢를 일으킬 수 있는 特定組合能力, 母本效果 및 一般組合能力이 깊게 關與하고 있기 때문이다. 따라서 組合能力을 통해서 雜種強勢의 發現程度를 評價해 볼 때, 雜種強勢現象은 公式에 準하여 어떤 形質의 表現型을 基礎로 算出할 수도 있으나, 組合能力을 통한 形質의 遺傳分析은 交配親이 지니는 平均性能인 一般組合能力和 어떠한 交配組合間에서 組合能力을 일으킬 수 있는 特定組合能力으로 나누어 推定할 수 있기 때문에 매우 信賴性이 있을 것으로 보여진다. Griffing(1956a, b)은 全體의 遺傳分散을 遺傳子의 相加的 效果로 나타낼 수 있는 variety 雜種強勢로서의 一般組合能力(GCA)과 additive system으로부터의 偏差와 關連된 非相加的 效果(優性, 超優性, 上位現象 및 遺傳과 環境間의 相互作用)인 specific 雜種強勢로서의 特定組合能力(SCA)으로 나누어 各各의 組合能力을 評價할 수 있는 方法을 提示하였는데, 이러한 것은 環境에 의한 誤差를 最大한 적게 함으로서 遺傳分散의 程度를 効率의 方法으로 推定할 수 있는 方法이라 할 수 있겠다.

本 試驗에서 14개 量의 形質에 대한 各 組合能力에서  $F_1$ 은 全 形質, 全 組合能力(GCA, SCA 및 RCA)에서 有意差를 보여  $F_1$ 에서는 遺傳子의 相加的 效果와 非相加的 效果가 有意의 程度로 함께 作用하였음을 보였는데 SCA에 대한 GCA의 分散크기는 GCA가 小으로서 非相加的 效果보다는 相加的 效果가 크게 作用한 것으로 보여졌다. 이는  $F_1$  育種에 있어 交配親이 雜種世代에 미칠 수 있는 平均生産能力이 全 形質에 걸쳐 크다는 것을 의미하는데 雜種世代間에 나타나는 特定組合能力의 有意性을 볼 때  $F_1$  集團은 그들 交配親으로부터의 遺傳物質의 傳受에 따른 組合能力 效果가 크다는 것을 의미하기도 하였다. 그러나 RCA에서 全 形質에 대하여 有意差를 보여 이는 正逆交雜間에 있어 母本效果, 즉 細胞質의 關與가 어느 정도 있을 것으로 推定되었는데 平林(1982a)도 組合能力의 細胞質效果는 누에 形質 중 收量, 繭層重 및 生絲量 比率에서 顯著하다고 하였다.

누에 量의 形質에 대한 GCA와 SCA의 有意的인 作

用에 대해서는 平林(1985), 張과 孫(1985), 張等(1986), 鄭(1988), 張等(1981), 孫과 洪(1986) 등이 누에의 各 量의 形質에서 有意하다고 하여 本 試驗의 結果와 같은 傾向을 보였는데, 孫과 洪(1986)은 top cross에 의한 日本種×中國種에서 특히 GCA가 높다고 하고 누에의 量의 形質은 GCA에 起因된 경우가 많았다고 한 點等을 볼 때, 各 研究者들은 共通된 見解를 보이는 것 같았다.

어떤 品種間 交雜을 통해 一代雜種을 利用하거나 또는 系統을 育成하여 雜種後代에서 特定形質을 改良하고자 할 때는 GCA效果가 높은 交配親을 選定하는 것이 매우 有利하다. 이러한 것은 交雜育種中 어떤 形質에서 높은 生産能力을 나타낼 수 있는 交配組合은 形質에 대한 遺傳分散이 크고 또한 높은 平均生産力을 組合시킬 수 있어야 形質發現時 얻을 수 있는 効率が 커지기 때문이다. 本 試驗에서 各 交配親들이 나타내는 GCA效果를  $F_1$ ,  $F_2$  世代別로 檢定해 보았을 때 큰 差異는 없었지만 形質 中에서는 操絲形質들이 世代間에 多少 다른 效果別 GCA效果를 形質別로 볼 때, 歐洲種인 Sansurian(6)은 世代間 關係없이 5齡 및 全齡經過日數에서 負의 높은 GCA效果를 보여 짧은 飼育日數와 繭絲의 質을 위한 交配親으로서 有利한 品種으로 判斷되었으며 絲質形質을 위한 繭絲長과 繭絲量에 대해서는 C5(3)가 이들 形質들과 生絲量比率을 높혀 줄 수 있는 母本으로 부여된다. 그러나 고치 形質 중 繭長과 全繭重은 日本種系인 N9(1)가 길고 무거운 고치를 生産할 수 있는 交配親으로, 繭幅은 中國種인 C5(3)가 각각 큰 GCA效果를 보였는데, 全體적으로 C5(3)가 幼蟲經過나 繭絲의 質의 形質에 대해서는 그 效果가 미미하였으나 繭幅, 全繭重, 繭層比率, 繭絲長, 繭絲量 및 生絲量比率 등 많은 形質에서 GCA效果가 높아 多絲量의 交配親으로서 매우 有利한 品種으로 보여진다. 따라서 이들 品種들의 GCA效果는 世代나 암수間에 多少差異는 있었지만 實用的으로 누에의 重要한 形質 등에서 安定되게 發現된다고 할 수 있으며, 암수間에 있어서는 어떤 形質에서 GCA效果가 달라질 수 있는가를 고려하여 育種計劃을 세우는 것이 効率의 일 것으로 보인다. 이러한 것은 어떤 特定品種間의 交雜에 있어서 生成된  $F_1$ 의 形質 發現力은 그들의 交配親이 지니는 遺傳物質이 造成에 따라 多樣할 수도 있는데 雜種世代間에 나타나는 SCA效果는 交配組合에 多樣하였다.

짧은 全齡經過日數는 Romogua(5)와 Sansurian(6) 등의  $F_1$ 에서 歐洲種系 交配親인 組合에서 크게 評價되었는데  $F_1$ 의 15개 組合中 有意한 負의 SCA效果는 Romogua(5)가 3개 組合에, Sansurian(6)이 2개 組合



에 關興하였으나  $F_2$ 는  $1 \times 2$ 의 日本種間의 交雜에서 가장 높았다. 全繭重에서는 世代別, 암수間의 差異는 없었는데  $F_1$ 은  $3 \times 1$ ,  $6 \times 5$  組合이 컸으나,  $F_2$ 는  $1 \times 3$ ,  $2 \times 5$  組合이 크게 評價되었는데 이러한 傾向은 繭層重에서도 동일한 SCA效果를 보여 遺傳的인 面에서 全繭重과 繭層重은 같은 組合能力의 效果를 나타낸 것으로 보여지며 GCA效果가 높았던 3(C5)와 1(N9)가 SCA效果에서도 크게 評價된 경우였다. 한편 繭絲長의 SCA效果는  $6 \times 5$ ,  $1 \times 4$ 의 組合들이  $F_1$ 에서 높았는데 이들 組合들은 生絲量比率에서도 높은 SCA效果를 높일 수 있을 것으로 보이지만 이들 形質들에 대하여 GCA效果가 높았던 C5(3), N63(2)은 SCA효과에서도 큰 能力을 發揮하지 못했다.

이러한 形質間에 發現되는 組合能力을 볼 때 누에에서  $F_1$ 을 利用하자면 目標로 하는 形質에 대하여 雜種強勢 및 組合能力檢定에서 評價된 優秀한 두 交配親間만의 交雜이 이루어져야하고 또한 交雜된  $F_1$ 이 目標形質에 대하여 最大限의 雜種強勢가 發揮될 수 있도록 해야할 것이다.

따라서 높은 雜種強勢를 利用하기 위해서는 GCA의 效果가 높은 近交系를 選拔하여 交配親을 活用해야 하는데 이들의 近交系는 近交系로 誘導하고 매년 交雜에 의하여 一代雜種을 만들어야 함과 동시에 優秀한 GCA를 지니기 위한 交配親의 擴大를 위해서는 優良形質을 具備한 育種素材를 募集, 育成하고 組合能力이 높은 親系統을 選拔해야 하며 또한 한 系統의 純度を 維持하기 위한 合理的인 增殖方法을 確立하면서 能率의이고 體系的인 採種法을 樹立해야 할 것이다. 즉, 優秀한 交配親의 確保에 있어서는 原品種에서 發見하지 못할 경우 끊임없는 遺傳子 置換에 主力을 두어야 하는데, 一般的으로 이러한 遺傳的 改良은 交雜育種을 통한 方法으로 同一 染色體 위에 있는 聯關遺傳子가 이루어져 가는 選拔育種의 理論的 基礎 위에 수립되어야 할 것으로 보여진다. 그러나 이러한 過程에서도 品種의 育成에 따른 時代的, 遺傳的 劃一化의 危險도 여러 方向에서 考慮해 가면서 品種에서의 安定된 形質의 發現이 最大가 되도록 努力해야 하는데 組合能力이 優秀한 近交系는 매우 重要한 遺傳子가 集積된 系統이기 때문에 慎重하게 保存함과 同時에 그것을 基本으로 하여 더욱 段階的인 改良을 위한 先發法을 利用하면서 一代雜種 育種計劃을 樹立해야 할 것이다.

## 摘 要

本 試驗은 누에 一代雜種育種에 있어 良質多絲量

優良品種을 育成하기 위한 遺傳的 情報를 얻고자 遂行되었다. 供試材料는 特性이 각각 다른 日, 中, 歐 3 個地域 6개 品種을 正逆으로 二面交雜시켜  $F_1$ ,  $F_2$  각각 30組合으로서 實用形質에 대한 育種價를 얻기 위해 交配組合別 雜種強勢 및 組合能力의 檢定한 結果는 다음과 같았다.

1. 形質들의 雜種強勢는 絲質形質인 繭絲量, 繭絲長에서 각각 24.51% 및 23.43%로 높았고, 繭質形質인 全繭重 및 繭層重은 15.56%~15.71%, 17.14%~19.01%로서 有意한 強勢를 보였으나 幼蟲經過日數 등(5齡 및 全齡)에서는 負의 雜種強勢를 나타내어 그 利用이 有利하였다.

2. 交配組合間의 雜種強勢는 5齡經過日數의 경우  $C70 \times Romogua$ ,  $N9 \times Romogua$  組合이 높은 負의 強勢現象을 보여 飼育日數가 短縮되는 方向으로, 全繭重은  $N9 \times Sansurian$ 의 암,  $Romogua \times Sansurian$ 의 수, 繭層重은 암수에 關係없이,  $N9 \times Sansurian$ 의 繭絲長과 繭絲量에서는  $Sansurian \times Romogua$ 의 正逆間 交雜에서 各各 높았다.

3. 雜種強勢의 母本效果는  $N9 \times C5$ ,  $N63 \times C70$ 이 全繭重과 繭層重에서, 繭絲長에서는  $Sansurian$ 이 N 63, C5 및 C70과 交雜될 때, 또한 繭絲量에서는  $N9 \times C70$ ,  $N63 \times C70$ 이 各各 큰 傾向이었다.

4.  $F_1$ 의 組合能力에서 分散量은 GCA, SCA 및 RCA의 全形質에서 有意하여  $F_1$ 의 組合能力은 相加的效果와 非相加的 效果가 함께 作用하였으나 形質에 따른 正逆間 差異도 컸었다.

5. GCA의 效果는 經過日數에서는  $Sansurian$ 이 負로, N9, C5가 繭質形質(繭長, 繭幅, 全繭重, 全層重 및 繭層比率)과 絲質形質(繭絲長, 繭絲量 및 生絲量比率)에서 世代에 關係없이 높은 正의 效果를 나타내었다.

6.  $F_1$ 의 SCA效果에서 5齡經過日數는  $Sansurian \times C70$ ,  $romogua \times C70$ ,  $Sansurian \times C5$ ,  $Romogua \times C5$  등 歐洲種系와 中國種系간의 交雜에서 全繭重과 繭層重은  $N9 \times C5$ ,  $C70 \times Sansurian$ 이 암수에 關係없이, 또한  $Romogua \times Sansurian$ ,  $N9 \times C5$ 가  $F_1$ ,  $F_2$  間에, 繭絲量은  $Romogua \times N63$  組合에서, 生絲量比率는  $Sansurian \times Romogua$  組合에서 각각 높게 評價되었다.

## 引 用 文 獻

Allard, R. W. (1960) Principles of plant breeding. John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 213-234.

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. 2. 組合能力의 檢定. 韓蠶學誌. **22**(2) : 1-6.
- Griffing, B.** (1956a) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian J. Bio. Sci. **9** : 462-493.
- Griffing, B.** (1956b) A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative, inheritance. Heredity **10** : 31-45.
- 原田忠次** (1961) 家蠶의 計量形質에 現れた 雜種強勢. 日蠶試報 **17**(1) : 1-52.
- 原田忠次·木村敬助·島守利** (1966) 全繭重, 繭層重의 雌雄ヘテロ시스差異について. 日蠶雜 **35**(3) : 225.
- 平林 隆** (1979) 다이アレクロスによる繭層練減率의 雜種強勢의 分析. 蠶絲研究 **112** : 244-251.3.
- 平林隆** (1982a) 化性의 異なる蠶의 原種間での 二面交雜による 交雜能力의 推定. (1) 飼育成績にもとづく推定. 日蠶彙報 **116** : 29-44.
- 平林隆·浦生卓磨** (1985) 化性의 異なる蠶의 原種間での 二面交雜による 交雜能力의 推定. (III) 繭形及び繭の大きさとその 遺傳分析. 日蠶彙報 **125** : 91-103.
- 平田保夫·木下云一·浦生卓磨** (1982) 化性의 異なる 原種間での 二面交雜試驗. 蠶絲研究 **119** : 67-73.
- Hirobe, T.** (1956) Analysis of heterosis with the silkworm. International Genetics symposia. 1956.
- 張昌植·孫海龍** (1985) 二面交雜에 의한 家蠶의 몇가지 實用形質의 遺傳變異와 組合能力分析. 韓蠶學誌 **27**(2) : 7-19.
- 張昌植·孫海龍·金洛相** (1986) 二面交雜에 의한 家蠶의 몇가지 計量形質의 組合能力分析. 韓蠶學誌 **28**(2) : 28-34.
- 鄭元福** (1988) 家蠶의 二面交雜에 의한 有用形質의 遺傳分析. 博士學位論文(慶尙大 大學院).
- 鄭元福** (1990) 家蠶의 二面交雜에 의한 主要絲質의 遺傳分散 成分과 遺傳子 分布狀態. 東亞大 農技研報 **11**(1) : 57-66.
- 鄭元福·張權烈** (1987) 누에 二面交雜에 의한 繭層練減率 Sericin量 Fibroin 量에 대한 遺傳分析. 韓蠶學誌 **29**(1) : 31-38.
- 鄭元福·張權烈** (1989) 누에 二面交雜에 의한 形質發現의 雜種強勢와 弱勢. 韓蠶學誌 **31**(1) : 21-24.
- Jinks, J. L.** (1955) A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses. Heredity **9** : 223-238.
- 勝又勝夫** (1948) 家蠶의 雜種強勢에 關するの 後の研究. 蠶絲蠶研究報 **1**.
- 木村敬助·李相豐** (1964) 家蠶의 雜種強勢率에 關하여. 韓蠶學誌 **4** : 51-55.
- 大澤孝三·原典忠次** (1944) 蠶의 一代雜種의 研究. 3. 特に 就ける. 日蠶試報 **12**(2).
- 朴光駿·李相豐** (1988) 21世紀를 向한 育種戰略(蠶系). 韓育誌 **20**(別號) : 66-72.
- Robinson, H. F., R. E. Comstock and P. H. Harvey.** (1951) Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. Agronomy J. **43**(6) : 282-287.
- Sakai, K. and S. Utiyama.** (1957) Studies on competition in plants. 8. Chromosome number, hybridity and competitive ability in *Oryza sativa* L. J. Genetics **55** : 235-240.
- 清水滋·伊藤豐雄** (1952) 家蠶にける 同一品種異系統交配의 效果. 日育雜 **21**(5, 6).
- 孫基旭·洪起源** (1986) Top cross에 의한 누에品種의 交配組合能力 檢定. 農試論文集(農機, 農經, 蠶業) **28**(1) : 66-70.
- 孫基旭·柳江善·洪起源·金啓明·朴年圭** (1987) 繭生產力이 다른 系統間의 Diallel cross에 의한 누에 量的形質의 遺傳分析. 韓蠶學誌 **29**(2) : 7-14.
- 鈴木簡一郎** (1944) 家蠶의 雜種에 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 及逆雜種의 比較. 日蠶彙報 **62**.
- 高崎恒雄** (1968) 家蠶におけるヘテロシスの育種的利用. 育種學最近の進歩 **9** : 47-55.
- 田島彌太郎** (1991) 生物改造論 裳華房 : 13-15.
- 外山龜太郎** (1906) 蠶種論. 丸山舎 : 586-634.
- Wright, S.** (1921b) Systems of mating. 2. The effects of inbreeding on the genetic composition of a population. Genetics **6** : 124-134.