

多變量 解析法에 의한 누에 育種素材의 探索

2. 主成分 SCORE에 의하여 分類된 主要蠶品種間의 TOP 交雜에 의한 組合能力 檢定과 豫測

鄭都燮* · 李仁銓** · 李相夢*** · 金三銀***

*密陽農蠶專門大學 · **慶北大學校 · ***蠶業試驗場

Classification and Selection of the Breeding Materials in the Silkworm, *Bombyx mori*, by Multivariate Analysis

2. Combining Ability and its Pre-estimate for the Top Cross Set made from the Silkworm Parental Lines Selected by Principal Component Analysis.

Do Sub Jung*, In Jeon Rhe**, Sang Mong Lee*** and Sam Eun Kim***

*Milryang National Junior College of Agriculture & Sericulture, Milryang, Korea,

**Kyungpook National University, Taegu, Korea,

***Sericultural Experiment Station, R.D.A., Suwon, Korea.

Summary

A 6×4 top-cross set was made from the ten silkworm parental lines selected by the first principal component scores.

They were also analysed for the relationship between the combining ability and the first principal component score.

The highest general combining ability effects were detected in the parental lines of Japanese, N39 and chinese, C46, for the most quantitative characters in the study.

The first principal component score of factors related to silk productivity in the parents was significantly and positively correlated to the general combining ability of the twelve characters such as cocoon yield, cocoon weight, cocoon shell weight, cocoon shell percentage, duration of the 5th instar larvae, total larval period, length of a bave, weight of a bave, non-breaking length of a bave, non-breaking weight of a bave, raw silk percentage, and neatness.

Similarity distance (D^2) was related to the specific combining ability of the characters such as cocoon yield, non-breaking length of a bave, non-breaking weight of a bave, non-breaking ratio of a bave, raw silk percentage, neatness.

From the results, it is possible to predict the general combining ability effects by the principal component scores for the 12 characters of the parents related to silk productivity.

I. 緒 言

누에에서 地理的으로 遠緣關係에 있는 品種間의 交雜에 의하여 生産力이 높은 1代雜種을 生産할 때는 혼

히 日本種系×中國種系の 交雜種이 雜種強勢가 커서 實用的으로 많이 利用되고 있다. 이와같이 生産力이 優秀한 交雜種을 만들기 위해서는 組合能力이 優秀한 兩親을 選拔·利用하지 않으면 안되는데, 兩親의 組合能力을 豫測하려면 實際的으로 많은 組合을 交配한 후

그 F₁을 飼育하여 그들 結果로부터 交配組合能力을 把握하여야 한다(橋口, 1981). 이와 관련된 研究로서는 二面交雜을 利用한 量의形質의 遺傳分析(Hayman, 1957; Hayman, 1958; 孫 등, 1987), 主要形質의 遺傳力과 그들 相互間의 關係(大井 등, 1970; 大井·山下, 1977; 大井, 1981), 選拔場所에 따른 選拔交果의 差異(大塚·涉川, 1979), 量의形質의 選拔交果(倉澤, 1968; 山本·蒲生, 1974), F₂세대集團의 選拔指數(齊尾, 1959), 交雜方法에 따른 形質의 變異性(渡部, 1961), 育種效果의 年次別 推移 및 評價(原田 등, 1968; 權, 1986), 蠶育種의 現況과 展望(李 등, 1985; 蒲生 등, 1977) 등 많은 研究가 있다. 그러나 지금까지의 상당수의 누에遺傳育種에 관한 시험은 組合數가 크게 늘어나 사육량이 많아지는 二面交雜을 利用한 예가 많아 시험수행에 時間과 努力 및 費用이 많이 소요되는 등 어려운 점이 많다. 이에 반하여 Top-交雜法에 의한 遺傳分析은 二面交雜方法보다 훨씬 적은 1/4조합으로서 조합능력을 검증할 수 있으므로 실용상 매우 유리할 것으로 생각된다.

또한 F₁交配組合을 飼育 않고 母品種의 評價만으로 교배조합의 능력을 개략적으로 豫測할 수 있는 방법이 있다면 이러한 방법은 母本의 選拔에 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 작물이나 가축의 품종분류에 많이 사용하는 주성분분석을 이용, 母品種을 선발하여 (鄭 등, 1989), Top-交雜으로 교배한 후 그 F₁의 조합능력을 분석한 다음, 그 결과와 品種의 主成分 score와의 關係를 밝힘으로서 母品種의 特性을 이용한 F₁세대 교배조합능력의 예측의 가능성에 대하여 연구 검토하였다.

토하였다.

II. 材料 및 方法

1. 交雜母本の 選拔 및 Top-交雜

1987年 春蠶期에 飼育한 148個 保存蠶 品種의 飼育成績을 主成分分析法에 의하여 분석한 후, 제 1 주성분의 主成分 score가 1~30位에 해당되는 것을 제 1 성분上位 蠶品種으로 정하여, 그 範位內에 屬하는 日本種系 2品種(N₂₆; 13位, N₃₉; 4位), 中國種系 2品種(C₄₆; 2位, C₅₇; 14位)을, 70~100位에 해당되는 것을 제 1 주성분 中位 蠶品種으로 정하여 日本種系 2品種(N₇₆; 99位, 妙香; 79位)을, 119~148位에 해당되는 것을 제 1 주성분 下位 蠶品種으로 정하고 日本種에서 2品種(褐圓; 130位, 漢江; 128位)을 F₁交配用으로 각각 選拔하였다. 이 選拔된 日本種系 6品種, 中國種系 4品種을 利用하여 日本種系×中國種系의 24個組合에 대한 Top-交雜을 한 후 그 F₁을 조사하였다.

2. 交雜母本 및 F₁의 飼育과 形質 調査

主成分 score에 의하여 선발된, 原種 10個 品種과 이들 原種의 Top-交雜에 의해 만들어진 24個 交配組合(表 1)은 1988年 春蠶期에 密陽農蠶專門大學 蠶室에서 標準飼育條件에 준하여 飼育하였으며, 飼育管理는 蠶業試驗調查標準(蠶業試驗場)에 준하였다. 供試頭數는 시험子當 4齡起蠶 250頭 2反復으로 하였다. 調査한 形質은 化蛹比率, 收繭比率, 收繭量 1L顆數, 全繭重, 繭層重, 繭層比率, 5齡經過日數, 全齡經過日數, 繭絲長, 繭絲量, 繭絲織度, 解舒絲長, 解舒絲量, 解舒率, 生絲量比率, 小節 및 Lousiness等 18個 形質이었다.

Table 1. Parental lines and their hybrids.

Index No.	The parental lines	Index No.	Hybrids	Index No.	Hybrids
1	N ₂₆	11	N ₂₆ ×C ₄₆	22	N ₇₆ ×Hangang
2	N ₃₉	12	N ₂₆ ×C ₅₇	23	Hükjam×C ₄₆
3	N ₇₆	13	N ₂₆ ×Karwon	24	Hükjam×C ₅₇
4	Hükjam	14	N ₂₆ ×Hangang	25	Hükjam×karwon
5	Myohyang	15	N ₃₉ ×C ₄₆	26	Hükjam×Hangang
6	Hwangyu	16	N ₃₉ ×C ₅₇	27	Myohyang×C ₄₆
7	C ₄₆	17	N ₃₉ ×Karwon	28	Myohyang×C ₅₇
8	C ₅₇	18	N ₃₉ ×hangang	29	Myohyang×Karwon
9	Karwon	19	N ₇₆ ×C ₄₆	30	Myohyang×Hangang
10	Hangang	20	N ₇₆ ×C ₅₇	31	Hwangyu×C ₄₆
		21	N ₇₆ ×Karwon	32	Hwangyu×C ₅₇
				33	Hwangyu×Karwon
				34	Hwangyu×Hangang

3. 組合能力檢定

組合能力檢定에 使用된 統計的 모델은 $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$ 를 사용하였는데 (Becker, W.A., 1985; Singh, R.K. & Chandhary, B.D., 1985) 여기에서 Y_{ijk} 는 i 번째 雌性親과 j 번째 雄性親의 交雜에서 생긴 k 번째 後代의 觀測值이고, μ 는 共通平均, α_i 는 i 번째 雌性親의 效果, β_j 는 j 번째 雄性親의 效果이며 $(\alpha\beta)_{ij}$ 는 i 번째 雌性親과 j 번째 雄性親의 交互作用이며, e_{ijk} 는 環境 및 其他의 遺傳的原因으로 因한 誤差項이다. 또한, GCA와 SCA는 각각

$$G_i = \bar{y}_{i..} - \bar{y}...$$

$$S_{ij} = \bar{y}_{ij.} - y_{i..} - \bar{y}_{.j.} - \bar{y}...$$

로 구하였다.

계산은 農村振興廳의 AGRISP 팩키지를 利用하였다.

4. 類似度 距離(D^2)의 計算

2品種間의 距離(D^2)는 2品種의 제 1 주성분에서 제 3 주성분까지의 主成分 score의 差를 제곱합한 것으로 그 計算式은 다음과 같다.

$$D_{29}^2 = \sum_{i=1}^n (Z_{i\alpha} - Z_{i\beta})^2$$

III. 結果 및 考察

1. 主要形質間의 相關關係

10個 交配親과 24個 交配組合으로부터 調査된 形質間의 相關關係는 表 2와 같다. 化蛹比率(X_1)은 收藪量(X_3), 解舒絲長(X_{13})과 5% 水準에서 正의 相關을, 全齡經過日數(X_8)와는 5% 有意水準에서 負의 相關을 보였고 기타 대부분의 다른 形質과는 相關이 인정되지 않았다.

上藪比率(X_2)은 어떠한 形질과도 相關이 인정되지 않았다.

收藪量(X_3)은 11顆數(X_4)와는 고도의 負의 相關을, 全藪重(X_5), 藪層重(X_6), 藪層比率(X_7), 5齡經過日數(X_8), 藪絲長(X_{10}), 藪絲量(X_{11}), 藪絲織度(X_{12}), 解舒絲長(X_{13}), 解舒絲量(X_{14}), 生絲量比率(X_{16}), 小節(X_{17})등 대부분의 實用形質들과 5% 또는 1% 有意水準의 正의 相關을 보였다.

11顆數(X_4)는 대부분의 形질과 負의 相關을 보였으며, 全藪重(X_5), 藪層重(X_6), 藪層比率(X_7), 藪絲長(X_{10}), 藪絲量(X_{11}), 解舒絲長(X_{13}), 解舒絲量(X_{14}), 生絲量比率(X_{16}), 및 小節(X_{17}) 등 實用形質은 그들 상호간에도 고도의 正의 相關을 보였다. 解舒率(X_{15})은 藪層比率(X_7), 全齡經過日數(X_8)와의 負의 相關을, 解舒絲長(X_{13}), 解舒絲量(X_{14})과는 正의 相關을 보였으며

나 다른 形質과는 相關이 인정되지 않았다. 이상의 結果에서 볼때 대부분의 實用形質들은 서로 고도의 상관關係를 보이나 化蛹比率는 대부분의 다른 形質들과 負의 相關 또는 無相關을 나타내고 있는데 이 結果는 強健性과 多絲量을 同時에 만족시킬 수 있는 強健·多絲量系統누에의 育성은 쉽지 않음을 시사하고 있다고 하겠다.

또한 장려잠품중육성에 있어서 중요한 形質인 解舒率은 대부분의 다른 形質과 負의 相關 또는 無相關을 보여 多絲量이면서도 解舒가 좋은 品種의 育成은 育種上 다소 어려움이 있음을 쉽게 알 수 있다.

2. 供試母本의 組合能力檢定

가. 6×4 Top-交配組合에 대하여 分散分析을 행하였는데(表 3) 化蛹比率(X_1) 및 藪絲長(X_{10})을 제외한 16개의 形질은 交配組合, 雌性親, 雄性親, 雌性親×雄性親에서 고도의 有意성을 보였다.

나. 一般組合能力(General Combining Ability: GCA)

調査한 形質의 10個母本에 대한 一般組合能力을 보면(表 4), 일반조합능력은 日本種 6個原種中 N_{26} , N_{39} 11顆數를 제외한 다른 8個形質에서 가장 우수하였으며 N_{76} , 妙香의 2個 原種은 中間정도이고 黑蠶, 黃油는 가장 낮았다.

한편 中國種系의 경우 C_{46} , C_{57} 이 11顆數를 제외한 대부분의 形질에서 높은 GCA를 나타냈고 褐圓, 漢江은 낮은 GCA를 보였다.

9個의 線絲形質에 대한 10個原種의 GCA를 表 5에 나타냈다.

日本種系의 GCA는 N_{39} 가 藪絲織度, 解舒率, Lousiness를 제외한 대부분의 조사형질에서 가장 높았으며 N_{26} , 妙香, N_{76} , 黑蠶, 黃油順으로 낮아졌다.

解舒率의 GCA는 黑蠶이 가장 높았으며 妙香이 가장 낮았다.

中國種系統의 GCA는 C_{46} 이 대부분의 形질에서 높게 나타났으며, C_{57} 은 中間정도이며, 漢江, 褐圓은 비교적 낮았다.

이상의 結果에서 日本種系, 中國種系 다같이 主成分 score가 높은 품종은 GCA가 높게, 낮은 품종은 GCA가 낮게 나타나는 경향이였다.

다. 特定組合能力(Specific Combining Ability: SCA)

6×4 F_1 Top-交配組合의 9個飼育形質에 대한 特定組合能力을 表 6에 나타냈다.

形質別 가장 우수한 SCA를 나타낸 交配組合은 全齡經過日數; 妙香× C_{57} , 化蛹比率; 黑蠶×褐圓, 收藪量; 黃油× C_{46} , 全藪重; N_{76} × C_{57} , 藪層重; 妙香× C_{57} , 藪

Table 2. Correlation coefficients of eighteen Characters.

Characters	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	
Pupation percentage (X ₁)	—	-0.07	* 0.43	-0.26	0.23	0.22	0.16	-0.25	* -0.37	0.33	0.24	-0.20	* 0.40	0.30	0.11	0.18	0.14	-0.07	
Good cocoon percentage (X ₂)	—	—	0.26	-0.04	0.19	0.18	0.18	0.20	0.26	0.26	0.22	-0.12	0.28	0.24	0.05	0.23	0.25	0.16	
Cocoon yield (X ₃)	—	—	—	** 0.86	** 0.94	** 0.87	** 0.72	* 0.38	0.22	** 0.77	** 0.88	* 0.36	* 0.64	** 0.70	-0.08	* 0.74	**	** 0.72	-0.05
No. of cocoons per 1 (X ₄)	—	—	—	—	** -0.90	** -0.89	** -0.80	* -0.41	* -0.30	** -0.78	** -0.86	-0.28	* -0.44	** -0.49	0.34	* -0.76	** -0.71	0.12	
Cocoon weight (X ₅)	—	—	—	—	—	** 0.92	** 0.77	** 0.51	* 0.39	** 0.78	** 0.91	* 0.41	** 0.51	** 0.59	-0.22	** 0.76	** 0.73	-0.09	
Cocoon shell weight (X ₆)	—	—	—	—	—	—	** 0.95	** 0.64	** 0.56	** 0.92	** 0.98	0.25	** 0.55	** 0.57	-0.33	** 0.91	** 0.79	-0.25	
Cocoon shell percentage (X ₇)	—	—	—	—	—	—	—	** 0.68	** 0.64	** 0.92	** 0.93	0.10	** 0.52	** 0.50	-0.38	* 0.94	** 0.78	-0.37	
Larval period of the 5th instar silkworm (X ₈)	—	—	—	—	—	—	—	—	** 0.90	** 0.58	** 0.63	0.17	* 0.35	* 0.36	-0.21	** 0.65	** 0.55	-0.33	
Total larval period of the silkworm (X ₉)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	** 0.49	** 0.52	0.13	0.11	0.12	-0.38	** 0.54	** 0.46	-0.29	
Length of a bave (X ₁₀)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	** 0.93	-0.13	** 0.63	** 0.54	-0.31	** 0.92	** 0.79	-0.27	
Weight of a bave (X ₁₁)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.22	** 0.64	** 0.66	-0.22	** 0.95	** 0.81	-0.24	
Size of a bave (X ₁₂)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.32	0.16	0.08	0.09	0.05	
Non-breaking length of a bave (X ₁₃)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	** 0.95	0.52	** 0.70	** 0.58	-0.10	
Non-breaking weight of a bave (X ₁₄)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	** 0.56	** 0.68	** 0.56	-0.05	
Non-breaking ratio of a bave (X ₁₅)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.14	-0.20	0.16	
Percentage of raw silk (X ₁₆)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	** 0.81	-0.32	
Neatness (X ₁₇)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.05	
Lousiness (X ₁₈)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

*, **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

Table 3. Anova for line \times tester analysis in the silkworm.

Source of variation	d.f.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
Total	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F ₁ combinations	23	14.231	70.514**	8.103**	197.811**	0.071**	120.524**	11.533**	0.945**	1.468**
Female	3	22.916	56.156*	3.690**	708.167**	0.288**	478.005**	37.698**	2.301**	4.880**
Male	5	16.543	207.219**	14.728**	401.381**	0.121**	257.153**	28.514**	2.053**	3.062**
Female \times Male	15	11.722	27.818	1.177**	27.883**	0.010**	3.484**	0.639**	0.305**	0.254**
Error	23	22.415	16.286	0.302	4.171	0.001	0.602	0.132	0.024	0.042

	d.f.	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈
Total	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F ₁ combinations	23	3,710.140	113.350**	0.114**	75,574.200**	83.431**	406.840**	11.991**	52.451**	42.304**
Female	3	2,724.050	495.315**	0.227**	191,141.000**	255.355**	104.948**	47.562**	123.510**	34.333**
Male	5	8,031.920	214.053**	0.214**	110,092.000**	79.607**	708.419**	21.969**	98.262**	26.600**
Female \times Male	15	2,466.760	3.389**	0.058**	40,954.900**	50.321**	366.693**	1.550**	22.968**	49.133**
Error	23	3,915.540	0.516	0.002	192.522	0.616	4.632	0.102	0.001	0.000

See tabel 2 for legend.

Table 4. Estimates of general combining ability effects for 9 major characters in 10 parental silkworm lines.

Silkworm strains	Major characters	Larval period of the 5th instar silkworm	Total larval period	Pupation percentage	Good cocoon percentage	Cocoon yield	No. of cocoons per liter	Cocoon weight	Cocoon shell weight	Cocoon shell percentage
Japanese lines										
N ₂₆	(H)	0.34	0.46	1.04	0.69	0.86	-5.58	7.54	5.02	1.83
N ₃₉	(H)	0.76	0.84	1.69	2.35	0.80	0.17	5.60	4.41	1.76
N ₇₆	(M)	-0.03	-0.03	-1.41	7.86	1.23	2.41	6.60	0.97	-0.03
Hükjam	(L)	-0.40	-0.62	0.84	-4.76	-0.80	4.40	-6.28	-5.72	-2.30
Myohyang	(M)	-0.02	0.12	-0.26	-6.24	0.27	-10.33	9.02	3.60	0.98
Hwangyu	(L)	-0.65	-0.77	-1.91	0.10	-2.36	9.29	-22.48	-8.28	-2.24
Chinese lines										
C ₄₆	(H)	0.45	0.79	0.19	1.14	1.71	-7.80	15.70	7.42	2.19
C ₅₇	(H)	0.29	0.25	0.83	1.23	0.98	-6.83	10.04	2.40	0.33
Karwon	(L)	-0.47	-0.53	-2.01	-3.23	-1.82	9.50	-17.52	-7.24	-2.09
Hangang	(L)	-0.27	-0.51	0.99	0.86	-0.87	4.41	-8.22	-2.58	-0.43

Note: H,M,L in parenthesis indicate high, medium, and low in the rank of first principal component scores of the 148 silkworm genetic stocks, respectively.

層比率; N₇₆ \times C₄₆이며, 가장 낮은 SCA를 나타낸 交配組合은 全齡經過日數; N₃₉ \times C₅₇, 化蛹比率; 黑蠶 \times C₄₆, 收繭量; N₇₆ \times 漢江, 全繭重; N₇₆ \times C₄₆, 繭層重; 黃油 \times 漢江, 繭層比率; N₇₆ \times 漢江으로 形質에 따라 우수교배조 또는 열등교배조가 매우 달라 어떤 일정 경향이 없음을 알 수 있다. 즉 SCA의 예측이 어려워 결국 원종

의 교잡에 의하여 F₁을 사육해야만 생산력이 우수한 F₁交配組合을 선발할 수 있을 것으로 판단된다.

9個綠絲形質의 SCA를 보면(表 7), 形質別 SCA가 가장 높은 交配組合은 解舒絲長, 解舒率, 生絲量比率에서는 N₂₆ \times 褐圓이며, 繭絲長에서는 黃油 \times 漢江, 繭絲量에서는 黑蠶 \times C₄₆, 繭絲織度에서는 妙香 \times 漢江, 小

Table 5. Estimates of general combining ability effects for 9 reeling characters in 10 parental silkworm lines.

Characters		Length of a bave	Weight of a bave	Size of a bave	Non-breaking length of a bave	Non-breaking weight of a bave	Non-breaking ratio of a bave	Percentage of raw silk	Neatness	Lousiness
Silkwormlines										
Japanese lines										
N ₂₆	(H)	159	4.3	-0.06	65	1.6	-2.1	1.32	2.0	0.5
N ₃₉	(H)	210	4.1	-0.20	185	4.0	2.6	1.74	3.8	-2.0
N ₇₆	(M)	30	1.9	0.04	31	1.5	0.0	0.43	0.9	2.3
Hükjam	(L)	-281	-6.0	0.29	-53	0.5	12.7	-2.40	-6.2	1.5
Myohyang	(M)	103	2.9	-0.05	-128	-4.4	-16.2	0.56	1.0	-2.3
Hwangyu	(L)	-220	-7.1	-0.03	-101	-3.2	2.6	-1.65	-1.5	0.0
Chinese lines										
C ₄₆	(H)	180	7.1	0.14	109	4.7	1.7	2.23	2.2	-1.75
C ₅₇	(H)	75	2.8	0.02	79	2.7	3.1	0.54	3.1	2.1
Karwon	(L)	-249	-7.8	0.03	-171	-5.6	-3.4	-2.56	-3.7	0.6
Hangang	(L)	-5	-2.1	-0.19	-17	-1.8	-1.4	-0.21	-1.6	-0.9

Note: H,M,L in parenthesis indicate high, medium, and low in the rank of first principal component scores of the 148 silkworm genetic stock, respectively.

Table 6. Estimates of the specific combining ability effects for 9 major characters in 24 F₁ hybrids of silkworm.

The major economic characters		Larval period of the 5th instar silkworm	Total larval period	Pupation percentage	Good cocoon percentage	Cocoon yield	No. of cocoons per liter	Cocoon weight	Cocoon shell weight	Cocoon shell percentage
Combiinatons										
Japanese × Chinese										
N ₂₆	× C ₄₆	0.19	0.26	2.16	-5.67	-0.34	-0.17	8.15	0.98	-0.64
N ₂₆	× C ₅₇	-0.00	-0.09	-0.48	-1.17	-0.73	1.08	-4.70	-0.29	0.22
N ₂₆	× Karwon	0.00	-0.07	-2.04	3.00	1.03	-3.25	3.57	0.43	0.14
N ₂₆	× Hangang	-0.19	-0.09	0.36	3.84	0.04	2.33	-7.03	-1.11	0.27
N ₃₉	× C ₄₆	0.13	0.24	1.71	1.44	0.09	3.08	-4.10	-1.47	-0.48
N ₃₉	× C ₅₇	0.45	0.66	-0.93	-2.92	-0.25	-0.67	0.35	0.88	0.24
N ₃₉	× Karwon	0.04	-0.44	-1.29	-3.68	-0.21	0.00	5.22	0.84	0.14
N ₃₉	× Hangang	-0.62	-0.46	0.51	5.16	0.37	-2.42	-1.48	-0.25	0.09
N ₇₆	× C ₄₆	0.33	-0.01	-2.79	-0.45	-0.67	-1.17	-15.50	-0.61	1.24
N ₇₆	× C ₅₇	-0.38	-0.35	1.77	-1.26	0.73	0.58	8.45	1.34	-0.21
N ₇₆	× Karwon	-0.12	-0.05	0.81	1.75	-0.81	-1.75	-1.38	-0.79	-0.24
N ₇₆	× Hangang	0.17	-0.41	0.21	-0.04	0.75	2.32	8.42	0.05	-0.78
Hükjam	× C ₄₆	-0.17	-0.30	-5.04	0.07	-0.12	-3.29	3.48	0.15	-0.03
Hükjam	× C ₅₇	0.45	0.24	2.72	1.61	0.66	2.96	-2.47	-1.34	-0.35
Hükjam	× Karwon	-0.29	0.06	2.96	1.93	0.16	0.63	-0.50	1.17	0.45
Hükjam	× Hangang	0.01	-0.00	-0.64	-3.61	-0.70	-0.29	-0.50	0.11	-0.06
Myohyang	× C ₄₆	-0.56	-0.04	2.65	1.23	-0.14	4.08	0.48	0.98	0.21
Myohyang	× C ₅₇	-0.40	-0.50	-1.37	2.18	-0.74	-2.67	-5.77	7.89	-0.41
Myohyang	× Kareon	0.34	0.28	0.46	1.93	0.69	-2.00	0.50	-1.10	-0.40
Myohyang	× Hangang	0.62	0.26	-1.74	-5.04	0.18	0.58	4.80	2.01	0.60
Hwangyu	× C ₄₆	0.08	-0.15	1.31	3.37	1.17	-2.54	7.48	-0.05	-0.30
Hwangyu	× C ₅₇	-0.12	0.04	-1.73	1.56	0.32	-1.29	4.13	1.30	0.51
Hwangyu	× Karwon	0.03	0.22	-0.89	-4.92	-0.85	6.38	-7.40	-0.55	-0.09
Hwangyu	× Hangang	0.00	-0.00	1.31	-0.00	-0.65	-2.54	-4.20	-1.71	-0.11

Table 7. Estimates of specific combining ability effects for 9 reeling characters in 24 F₁ hybrids.

Combinations	Cocoon quality characters	Length of a bave	Weight of a bave	Size of a bave	Non-breaking weight of a bave	Non-breaking weight of a bave	Non-breaking ratio of a bave	Percentage of raw silk	Neatness	Lousiness
N ₂₆ × C ₄₆		52	-1.0	-0.20	-210	-8.1	-20.4	-1.11	-0.6	2.0
N ₂₆ × C ₅₇		-38	-0.0	0.10	-15	0.3	-1.2	-0.20	-1.5	-1.8
N ₂₆ × Karwon		79	1.9	-0.10	292	8.6	23.3	1.41	1.3	1.7
N ₂₆ × Hangang		-92	-0.9	0.20	-68	-0.7	-1.7	-0.11	0.7	-1.8
N ₃₉ × C ₄₆		15	-0.6	-0.06	1	-0.5	-3.1	-0.34	-0.1	3.5
N ₃₉ × C ₅₇		-3	0.3	0.05	19	0.9	0.8	-0.07	-1.0	-2.3
N ₃₉ × Karwon		41	1.3	-0.06	-37	-1.0	-2.5	0.63	-0.2	-5.8
N ₃₉ × Hangang		-54	-1.1	0.07	16	0.7	4.8	-0.21	1.2	4.7
N ₇₆ × C ₄₆		-3	-0.4	-0.03	9	-0.0	-1.4	0.40	-2.7	-4.8
N ₇₆ × C ₅₇		-5	0.6	0.07	-19	-0.2	-1.7	-0.45	0.9	-1.6
N ₇₆ × Karwon		26	0.1	-0.09	-0	-0.3	0.7	0.64	-2.3	-0.1
N ₇₆ × Hangang		-17	-0.3	0.06	11	0.5	2.4	-0.59	4.1	6.4
Hükjam × C ₄₆		0	1.9	0.12	160	7.2	14.2	0.91	2.9	5.0
Hükjam × C ₅₇		27	0.1	-0.09	-1	-0.6	-0.6	0.55	3.7	0.2
Hükjam × Karwon		-77	-2.5	0.14	-196	-6.6	-15.6	-1.66	-4.1	-3.3
Hükjam × Hangang		50	0.5	-0.16	37	-0.0	1.9	0.20	-2.5	-1.8
Myohyang × C ₄₆		15	0.4	-0.10	-126	-4.8	-11.1	-0.38	-1.8	-5.3
Myohyang × C ₅₇		11	-1.7	-0.15	-48	-2.4	-5.2	-0.35	-4.0	7.9
Myohang × Karwon		-10	-0.0	-0.04	127	4.4	11.2	0.25	3.1	0.4
Myohang × Hangang		-17	1.2	0.20	47	2.9	5.1	0.47	2.7	-3.1
Hwangyu × C ₄₆		-80	-0.3	0.18	166	6.4	21.8	0.51	2.2	0.5
Hwangyu × C ₅₇		9	0.6	0.03	65	2.1	7.9	0.52	1.8	-2.3
Hwangyu × Karwon		-60	-0.7	0.14	-186	-5.1	-17.1	-1.27	2.2	7.2
Hwangyu × Hangang		131	0.3	-0.36	-44	-3.3	-12.6	0.23	-6.2	-4.3

節에서는 N₇₆ × 漢江, Lousiness는 妙香 × C₅₇이다. 또한 SCA가 가장 낮은 交配組合도 形質에 따라 매우 다르다.

이상의 결과에서 繅絲形質의 경우도 SCA는 交配組合과 形質에 따라 변이가 심하여 일정한 경향은 보이지 않았다. 즉 GCA의 예측과는 달리 종합적으로 형질을 요약, 간단명료하게 교배조합의 SCA를 평가하기 쉽지 않음을 알 수 있다.

3. 交雜原種과 1代雜種의 上位 主成分 座標上的 分布

10個原種과 24個 交配組合의 成績을 함께 主成分分析法으로 분석한 후 Z₁-Z₂의 散點圖를 그린 결과를 보면 (그림 4), 左側面(LL)에는 제 1 성분 score가 작은 母本과 그들의 交配組合이, 中央面(LH, HL, MH, ML)에는 제 1 주성분 score가 中位인 母本과 그들의 交配組合이 大部分 분포되어 있다. 또한 右側面(HH)에는 제 1 주성분 score가 큰 母本과 그들의 交配組合이 主로 分布되어 있다.

9個의 繅絲形質의 主成分分析 結果도 (그림 2), 飼育形質의 主成分分析結果와 同一한 경향을 보이고 있다. 이상의 결과에서 飼育形質 및 繅絲形質 다같이 一代交雜의 交配樣式이 주성분 score하위원종 끼리의 교잡경우(L×L) 形質發現이 最下位이고 兩親中 片親이 主成分 score 上位原種 (H) 또는 主成分中位原種(M)과 交雜되던 形質發現은 中間水準이고 主成分上位原種 間交雜일 경우(H×H) 形質發現은 上位임을 알 수 있다. 그러므로 제 1 주성분 score가 上位인 系統은 優性 下位인 系統은 劣性效果를 나타낸다고 할 수 있다.

4. 上位主成分 및 類似度距離(D²)와 組合能力과의 關係

가. 上位主成分과 一般組合能力

148個 保存蠶品種中 交配母本으로 選拔된 10개 原種의 第1主成分 score(Z₁)와 18個調查形質의 GCA와의 相關關係를 보면 (그림 3, 4), 交配母本の 第1主成分 score는 收繭量(X₃), 全繭重(X₅), 繭層重(X₆), 繭層比率(X₇), 5齡經過日數(X₈), 全齡經過日數(X₉)등 6

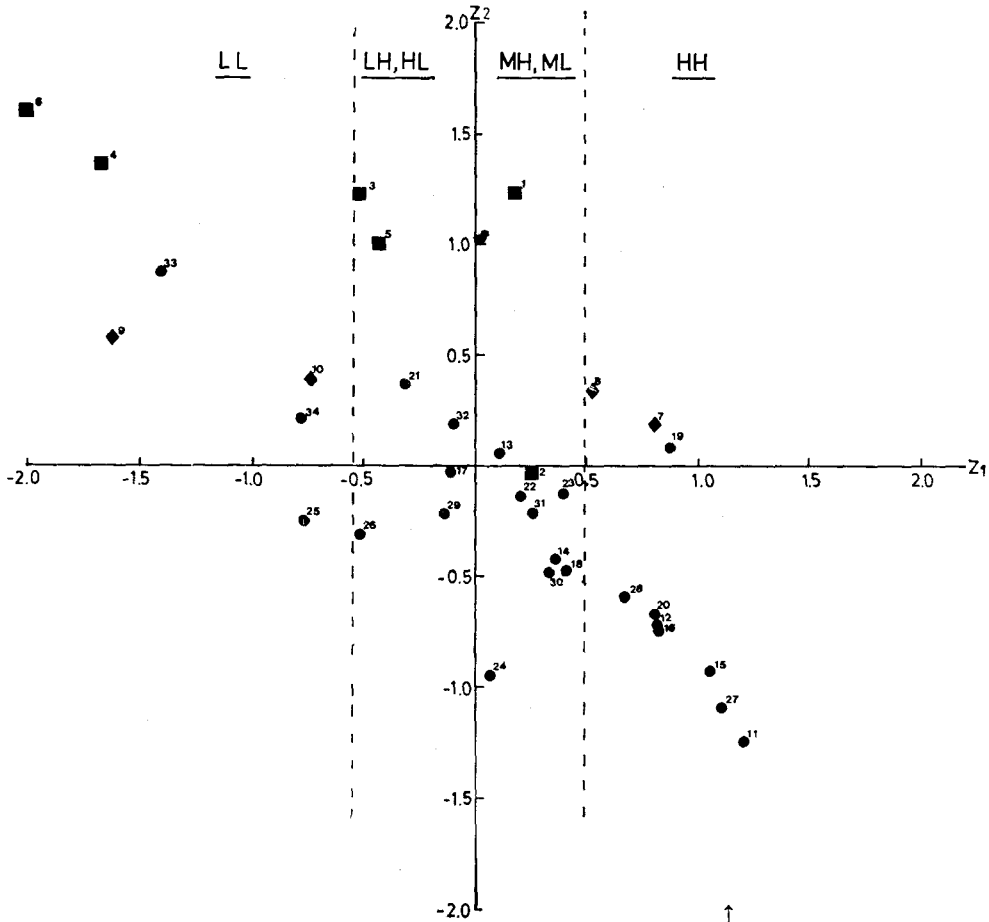


Fig. 1. Diagram from principal component analysis using the nine cocoon characters. The diagram shows the positions of the ten parental lines and twenty four F_1 hybrids against the 1st (Z_1) and the 2nd (Z_2) component scores. The Arabic numerals are parents and hybrids number presented in table 9. H.M.L indicate high, medium, and low in the first principal component scores of the 148 silkworm genetic stocks, respectively. The abbreviations \blacksquare , Japanese parents; \blacklozenge , Chinese parents; \bullet , F_1 hybrids; LL, L x L; LH, L x H; HL, H x L; MH, M x H; ML, M x L; HH, H x H.

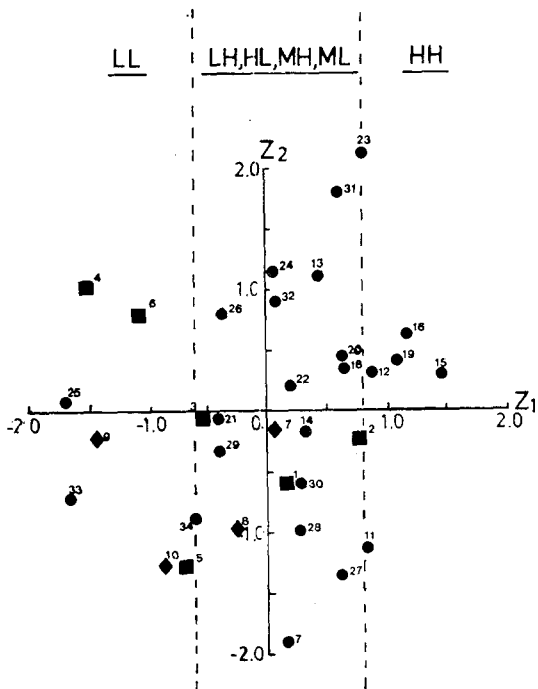


Fig. 2. Diagram from principal component analysis using the nine reeling characters. The diagram shows the positions of the ten parental lines and twenty four F_1 hybrids against the 1st (Z_1) and the 2nd (Z_2) component scores. The Arabic numerals are parents and hybrids number presented in table 9. The letters, H,M,L indicate high, medium, and low position in the first principal component scores of the 148 silkworm genetic stocks, respectively. The abbreviations \blacksquare , Japanese parents; \blacklozenge , Chinese parents; \bullet , F_1 hybrids; LL, L x L; LH, L x H; HL, H x L; MH, M x H; ML, M x L; HH, H x H.

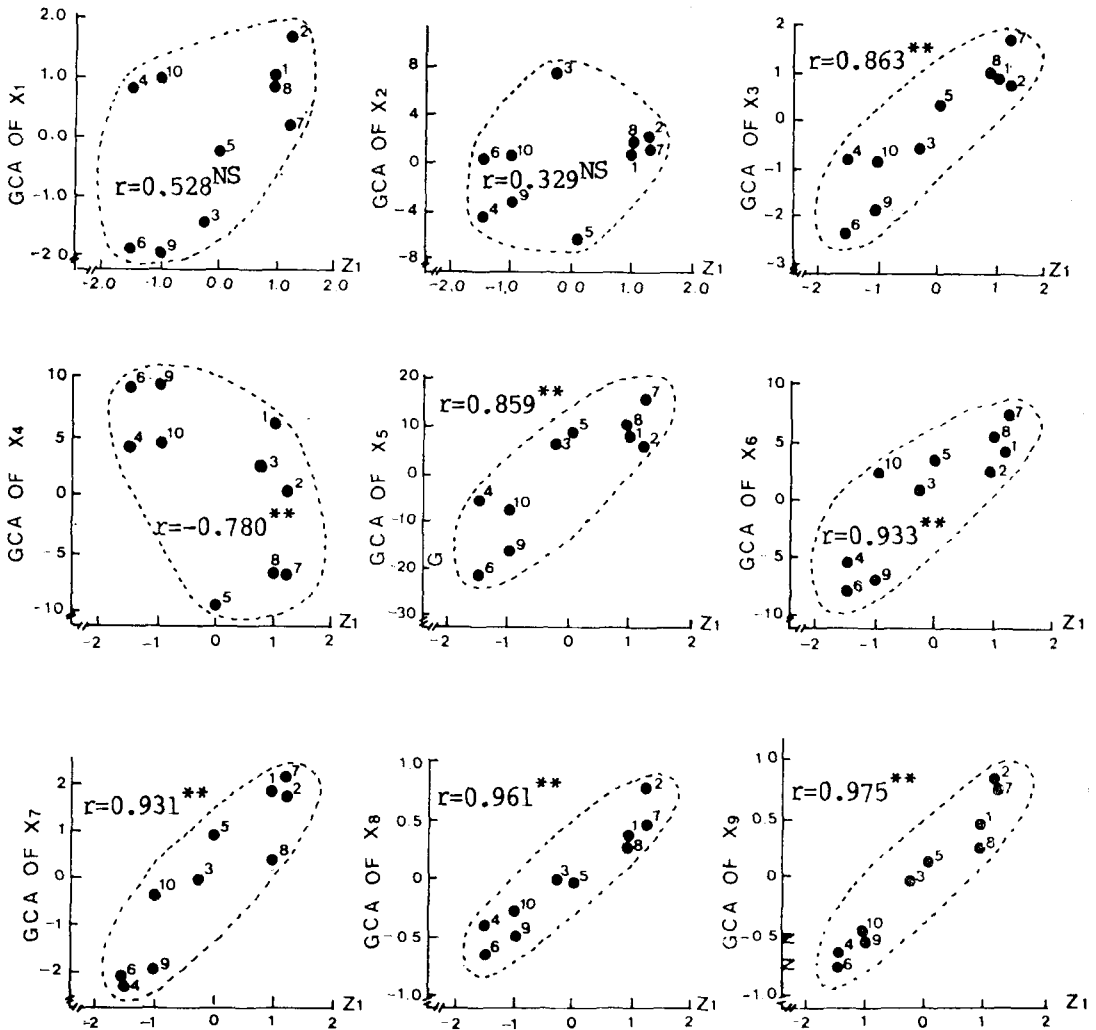


Fig. 3. Correlation between the first principal component (Z_1) of the ten parents selected from the one hundred and forty eight silkworm genetic stocks and the GCA for nine cocoon characters ($X_1 \sim X_9$) was estimated from their F_1 hybrid combinations. See table 1 and table 2 for legend.

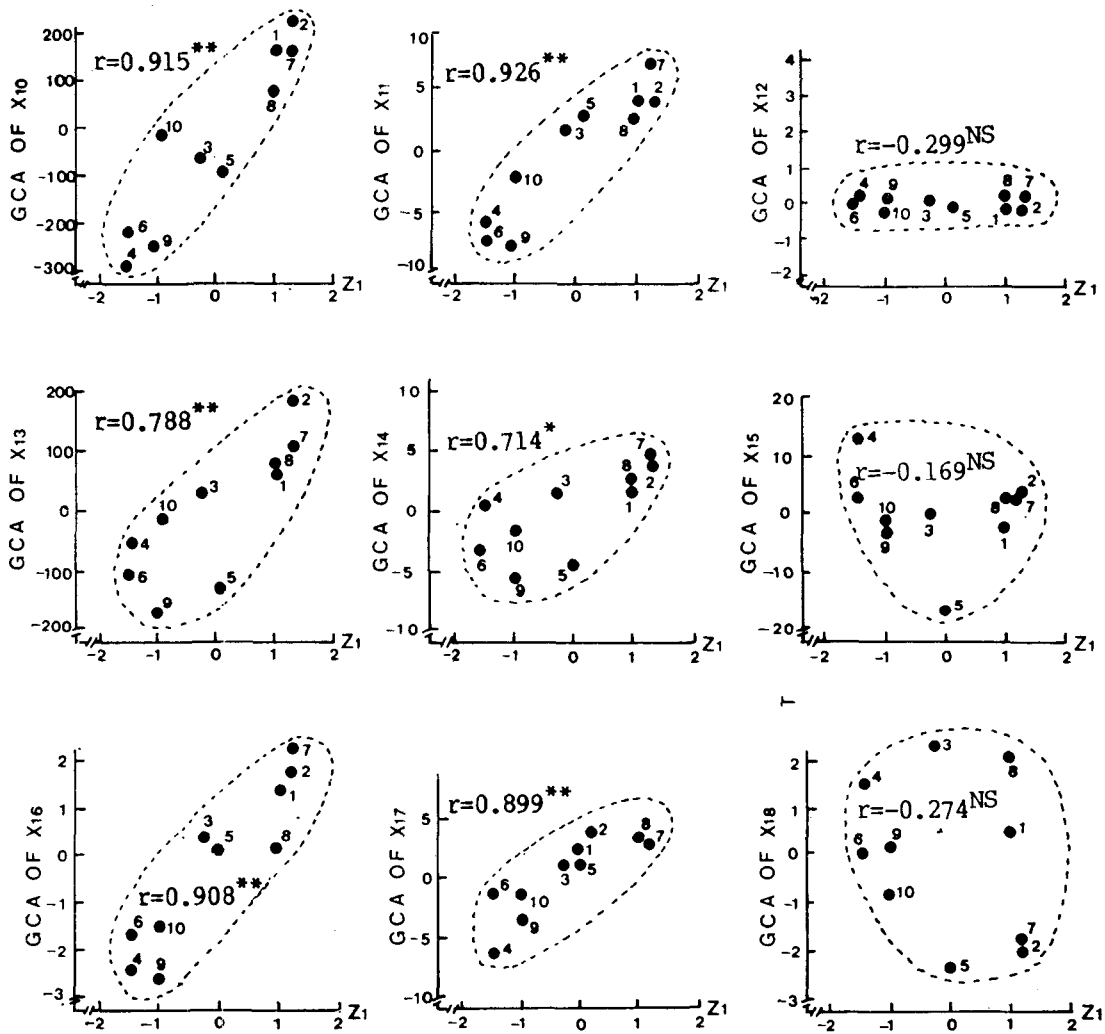


Fig. 4. Correlation between the first principal component(Z_1) of the ten parents selected from the one hundred and forty eight silkworm genetic stocks and the GCA for nine reeling characters ($X_{10} \sim X_{18}$) was estimated from their F_1 hybrid combinations. See table 1 and table 2 for legend.

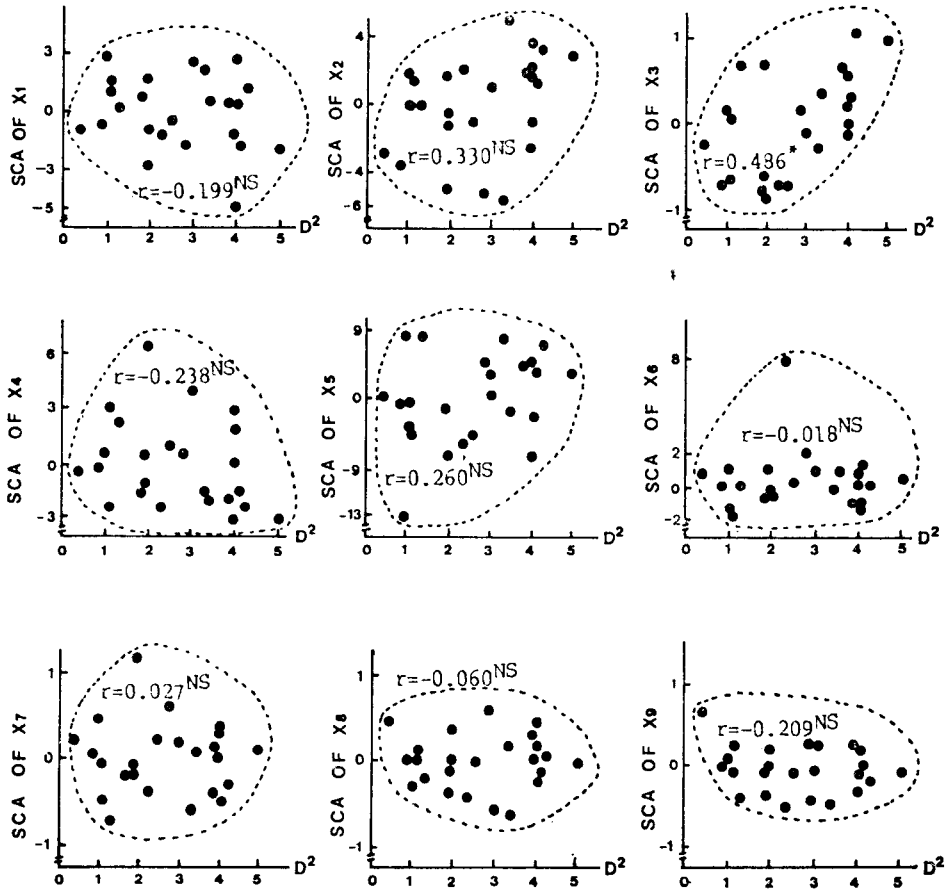


Fig. 5. Correlation between similarity coefficient(D^2) and SCA of 6×4 top cross set for nine cocoon characters. The twenty four marks within each dotted circle indicate twenty four F_1 hybrids made from 6×4 top cross set. See table 1 and table 2 for legend.

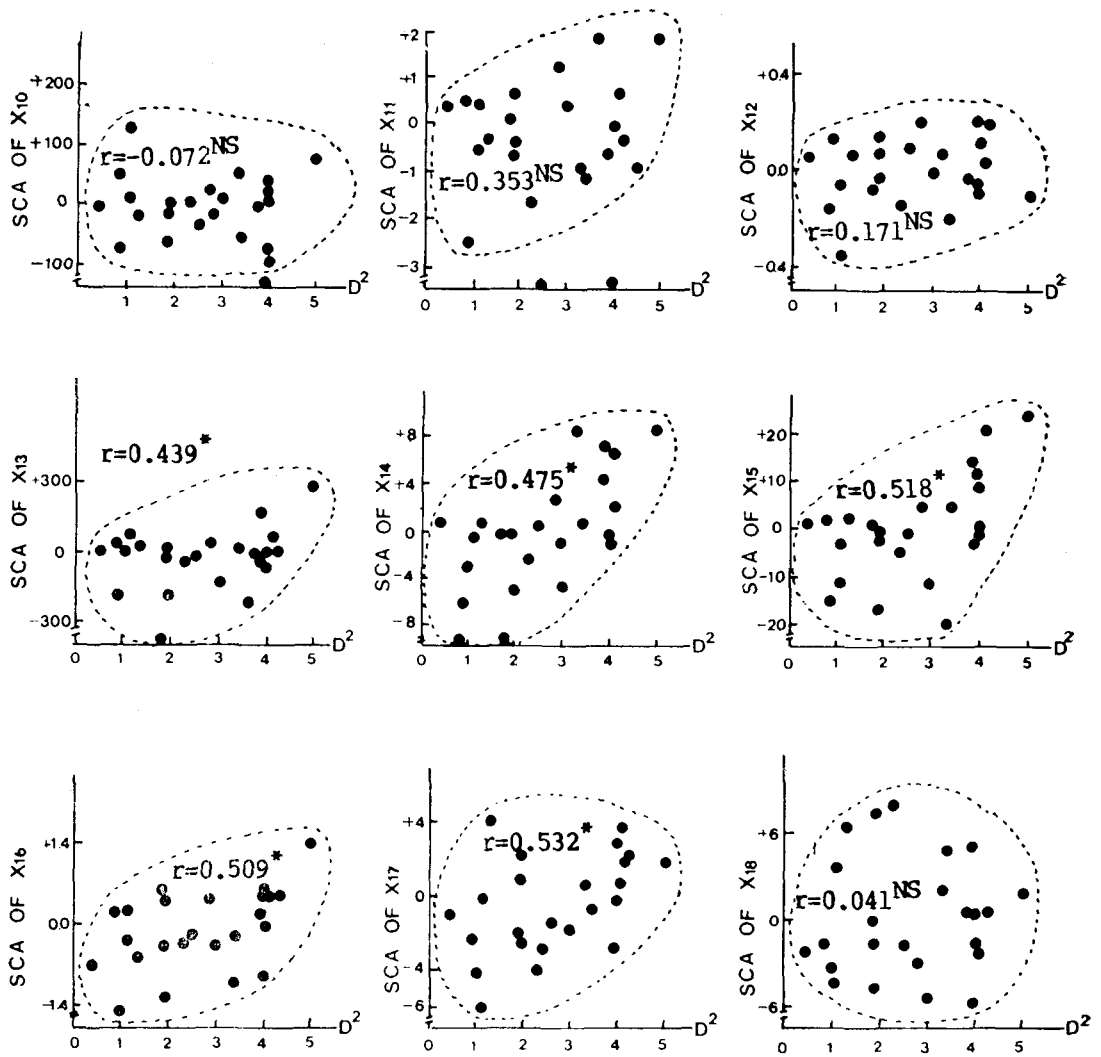


Fig. 6. Correlation between similarity coefficient(D^2) and SCA of 6×4 top cross set for nine reeling characters. The marks within each dotted circle indicate twenty four F_1 hybrids. See table 1 and 2 for legend.

個飼育形質의 GCA 및 繭絲長(X_{10}), 繭絲量(X_{11}), 解舒絲長(X_{13}), 生絲量比率(X_{16}), 小節(X_{17}) 등의 5個 繭絲形質의 GCA와 1%수준에서 正의 상관인 인정되었고 解舒絲量(X_{14})과는 5%水準에서 正의 相關을 보이고 있다. 그러나 化蛹比率(X_1), 上繭比率(X_2), 繭絲織度(X_{12}), 解舒率(X_{15}), Lousiness(X_{18})의 GCA와 제 1 주성분 score는 거의 相關關係가 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 交配母本의 第 1 主成分 score는 絹生産性因子(鄭 등, 1989)와 관련된 형질의 GCA와 매우 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. 즉 第 1 主成分 score의 高低에 따라 交配母本을 選拔하면 交配母本으로 부터 F_1 을 作成, 막대한 費用, 時間, 努力을 要하는 실제사육을 하지 않고도 목적으로하는 絹生産性에 관련된 GCA의 예측이 가능할 수 있을 것으로 생각된다.

나. 類似度距離(D^2)와 特定組合能力과의 關係

24個 Top-交配組合의 類似度距離(D^2)와 18個 調査形質의 SCA와의 關係를 보면(그림 5,6), 收繭量(X_3)을 제외한 대부분의 形質($X_1 \sim X_9$)의 SCA는 類似度距離(D^2)와 상관인 없는 것으로 나타났다. 繭絲形質($X_{10} \sim X_{18}$)中 解舒絲長(X_{13}), 解舒絲量(X_{14}), 解舒率(X_{15}), 生絲量比率(X_{16}), 小節(X_{17})의 SCA는 D^2 와 5% 有意水準에서 正의 相關을 보였으나 다른 4個의 繭絲形質 즉 繭絲長(X_{10}), 繭絲量(X_{11}), 繭絲織度(X_{12}), Lousiness(X_{18})의 SCA와는 거의 無關한 것으로 나타났다. 이상의 결과로 보아 제 1 대 交雜種을 만들때 D^2 를 計算, 遠緣끼리 交雜하면 몇개의 형질에 대하여 특정조합이 높은 조합을 찾아낼 수 있으나 그의 形질은 D^2 와 무관하므로 이를 이용한다는 것은 사실상 어렵다고 판단된다. 따라서 이런 면에서 D^2 와 SCA와의 關係가 더욱 검토되어야 할 과제라고 생각된다.

摘 要

主成分分析에 依하여 分類된 148個 保存蠶品種中에서 第一主成分 score에 따라 10個의 交配母品種을 選拔한 후(鄭 등, 1989), 이들로부터 Top-交雜에 의해 24個 交配組合을 作成하고 組合能力檢定을 行함과 同時에 主成分과 交配組合能力과의 相互關係를 分析하였다.

1. 選拔된 育種母品種中에서 日本種系 N_{39} 및 中國種系 C_{46} 이 대부분의 形질에서 一般組合能力이 높았다.

2. 特定組合能力은 形質 또는 交配組合에 따라 차이가 심하였다.

3. 育種母品種의 第 1 主成分 score는 5齡經過日數, 全齡經過日數, 收繭量, 全繭重, 繭層重, 繭層比率, 繭絲長, 繭絲量, 解舒絲長, 生絲量比率, 小節 등의 一般組合能力과 高度의 正의 相關關係가 있었다.

4. 類似度距離(D^2)는 收繭量, 解舒絲長, 解舒絲量, 解舒率, 生絲量比率, 小節 등의 特定組合能力과 正의 相關이 있었다. 따라서 交配組合의 兩親이 遠緣일수록 이들 5個形質에 대한 特定組合能力은 높게 나타났다.

5. 育種母品種의 特性을 이용한 主成分分析의 第 1 主成分 score에 의해 一般組合能力의 예측이 가능하였다.

引 用 文 獻

- Becker, W.A. (1985) Manual of quantitative genetics. p.72.
- 蒲生卓磨・吉武成美・大井秀夫(1977) 蠶育種의 現在と 未來. 蠶科技 16(8):48-56.
- 橋口壽夫(1981) 蠶의 雜種強勢と 組合セ能力. 蠶科技 20(5):54-57.
- 原田忠次・榎島守利・島崎旭(1968) 蠶絲試驗場日野桑園における 飼育成績 17年間의 推移. 蠶絲研究 (68): 90-105.
- Hayman, B.I. (1958) The theory and analysis of diallel crosses II. Genetics 43:63-85.
- 鄭都燮・李仁銓・李相夢・金三銀(1989) 多變量 解析法에 의한 누에育種素材의 探索 I. 主成分分析과 集落分析을 利用한 누에 品種分類. 韓蠶學誌 31(2): 102-112.
- 倉澤一二三(1968) 家蠶繭にける 計量形質의 選拔 (I) 繭綿歩合およびラウジネス纖維의 選拔의 とも나우繭의 計量形質의 變化. 日蠶雜 37(1):43-50.
- 權寧河(1986) 누에 品種育成의 成果와 今後의 方向, 蠶業試驗場 pp.1-48.
- 李相豐・洪起源・金啓明・孫基旭(1985) 누에 品種育成의 現況과 改善方向. 韓育誌 17(3):295-305.
- 大井秀夫・宮原達男・山下昭弘(1970) 家蠶의 交雜育種 初期世代における 各種實用形質의 系統間變異, 親子相關ならびに 形質間相互關係의 分析. 蠶試彙報 (93): 39-49.
- 大井秀夫・山下昭弘(1977) 日137號および支17號育成. 蠶試報 27(1):97-139.
- 大井秀夫(1981) 遺傳力と 形質의 相互關係. 蠶科技 20

(4):66-69.

大塚雍雄・涉川明郎(1979) 繭層重産卵数の共通選抜試験結果と場所的差異. 蠶試彙報 (109):167-183.

齊尾乾二郎(1959) 家蠶におけるF₂集團の選抜指數(附ヘリタビリテイーおよび遺傳子相關). 育種雜 8(4):223-226.

Singh R.K. & B.D., Chandhary (1985) Biometrical methods in quantitative genetic analysis. pp.205-213.

孫基旭・柳江善・洪起源・金啓明・朴年圭(1987) 絹生

産力] 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.

山本俊雄・蒲生卓磨(1974) 給桑量を異にした栄養環境下におけるカイコの競争および計量形質の選抜效果. 育種 24(5):217-225.

渡部仁(1961) 家蠶の單交配と複交配雜種における幼蟲體重および全繭重の變異性. 日蠶雜 30(6):463-468.

山本俊雄・蒲生卓磨(1974) 給桑量を異にした栄養環境下におけるカイコの競争および計量形質の選抜效果. 育種 24(5):217-225.