

## 家蠶 F<sub>1</sub>世代에 있어서 몇 가지 量的 形質에 대한 遺傳力 및 遺傳相關의 推定

鄭元福\* · 張權烈\*\* · 韓鏡秀\*\* · 金鎮馨\*\* · 柳甲道\*\*\* · 鄭鎬永\*\*\* · 柳秀徹\*\*\*  
東亞大學校\* · 慶尙大學校\*\* · 慶尙南道蠶種場\*\*\*

### Estimation of Heritability and Genotypic Correlation through Diallel Crosses of the Silkworm, *Bombyx mori* L.

Won Bog Jeong\*, Kwon Yawl Chang\*\*, Kyung Soo Han\*\*, Jin Hykong Kim\*\*,  
Kab Do Ryu\*\*\*, Ho Young Chung\*\*\*, Soo Cheol Ryu\*\*\*  
Dong-A University\* · Gyeongsang National University\*\* · Gyeong-Nam Sericultural Experiment Station\*\*

#### Summary

Since the estimate of the genetic relations between characters gave us effective basic informations about the selection of good strains of silkworm, the experiment was carried out to estimate the heritability and the genotypic correlation, etc. using the 21 combinations F<sub>1</sub>'s by diallel crosses of seven strains of the silkworm.

As the result of this experiment some conclusions obtained were as follows;

1. The genotypic correlation is estimated highly positive in the heritability for all the 9 characters.
2. The correlations between all the characters are positive and the genotypic correlation is generally higher than the phenotypic one.
3. Since all the correlations between the bave length and other characters are highly positive, it can be considered that the effects of the other characters on the bave length are very important.

#### 緒 論

養蠶에 있어서 繭質 및 絲質을 向上시킬 수 있는 方法으로는 桑葉의 質과 量, 蠶兒의 經過日數와 飼育技術의 合理的인 體系가 되어야 하겠지만 旣存 누에 品種보다 環境에 대한 適應力이 크고 蠶作의 安定에 기여할 수 있는 多收性的인 品種育成은 더 큰 意義를 가지고 있다고 하겠다. 누에는 繭質 및 絲質을 중심으로 遺傳現象을 究明하고 있으나(齊尾, 1958; 大塚·中島, 1968; 張, 1979, 1981; 張·孫, 1985) 이들 量的인 形質은 遺傳相關에 있어 遺傳子에 의한 形質의 發現이 環境에 따라 變動도 하고 또한 遺傳子와 環境과의 相互作用도 일어나므로 먼저 이들 形質들의 遺傳現象을 正確하게 究明해 볼 必要가 있다.

따라서 本 研究의 目的은 몇가지 量的인 實用形質에 대하여 品種間에 차이가 있는 7개 品種을 交配親으로 二面交雜을 實施하고, 이에서 얻은 雜種 F<sub>1</sub>世代的 遺傳的 parameter가 어떻게 表現되는 가를 評價함으로써 앞으로의 選拔에 대한 基礎資料를 얻고자 하는데 있다. 本 研究에서 著者들은 絲質調査를 맡아 주신 慶尙南道 蠶業檢査所 李成準, 李宗衡氏 등 關係者 여러분께 깊은 謝意를 드리는 바이다.

#### 材料 및 方法

交配親은 主要實用形質 相互間의 特性을 考慮한 7個 品種 즉, 春蠶種인 蠶 107, 蠶 108과, 秋蠶種인 蠶 113, 蠶 114와 保存種인 複形蠶, 中 14 및 綠東亞등으로써 1985年 春蠶期에 二面交雜하여 當年 秋蠶期에 交配親

7品種과 一代 交雜種의 21個 組合을 試驗材料로 하였다. 稚蠶飼育은 防乾紙育으로 하여 4齡 飼食後 區當 300頭씩 3反復으로 完全任意配置法에 의하여 普通育하였고 調査形質은 雌雄別로 單繭重, 繭層重 및 繭層比率을 算出하였고, 繭絲長은 慶尙南道 蠶業檢査所에 依頼 繭絲測定하였으며, 그외의 方法은 前報(鄭 등, 1986)와 같았다. 調査結果 얻어진 測定値는 反復別로 平均値를 算出하여 Robinson etal 및 Grafius etal. (1952)의 分析法에 따라 遺傳力과 相關係數 등을 慶尙大學校 電子計算所에서 分析하였다.

## 結果 및 考察

몇가지 量的 形質에 대한 交配親 7個 品種과 F<sub>1</sub>世代의 21個 組合에 대한 3回 反復別 平均値는 表 1과 같다.

品種間에서 形質別로 나타난 特性을 보면 누에의 飼育經過日數 즉 5齡 및 全齡經過日數에서는 品種間에 큰 差異가 없었으나, 이들 形質을 除外한 全形質間에서는 獎勵品種인 蠶 107, 蠶 108, 蠶 113 및 蠶 114가 中 14나 綠東亞보다 높은 傾向을 보여 이들 改良育成

**Table 1.** Means for 9 characters of seven parents and F<sub>1</sub> hybrids from a set of diallel crosses of the silkworm.

Characters* Parents** and crosses	FP	TP	FW	MW	FL	ML	FR	MR	LB
A	6.12	21.02	1.86	1.46	38.75	34.50	20.88	23.67	1,207.33
B	6.23	21.11	1.83	1.45	37.33	30.00	20.49	22.74	956.00
C	6.12	21.01	1.66	1.35	31.67	29.67	19.04	22.03	957.33
D	6.22	21.10	1.79	1.38	36.33	28.17	20.35	22.78	976.00
E	6.22	21.14	1.57	1.23	23.33	21.79	14.73	17.71	555.67
F	6.22	20.17	1.33	1.07	15.85	14.85	11.95	13.84	254.33
G	6.22	21.06	1.20	1.03	15.17	15.33	12.68	14.93	272.00
A × B	6.18	21.37	2.14	1.80	47.06	45.50	22.00	25.23	1236.67
C	6.12	21.03	2.31	1.55	41.67	35.33	18.60	22.32	958.67
D	6.19	21.08	2.21	1.67	47.22	41.83	21.38	25.00	1,139.00
E	6.13	21.02	1.97	1.60	39.07	36.33	19.81	22.66	935.00
F	6.18	21.07	1.85	1.53	41.11	39.00	22.26	25.45	857.67
G	6.14	21.04	1.93	1.49	34.20	31.07	17.69	20.85	770.00
B × C	6.13	21.02	2.12	1.68	42.50	41.11	20.02	24.52	1,127.33
D	6.13	21.03	1.86	1.45	38.50	34.87	20.66	24.00	758.67
E	6.13	21.04	2.01	1.55	36.21	35.00	18.07	22.58	1,126.67
F	6.18	21.07	2.00	1.57	32.31	29.77	16.45	19.01	787.67
G	6.07	20.16	1.91	1.40	32.81	29.33	17.22	20.90	854.00
C × D	6.17	21.03	2.11	1.68	44.90	40.17	21.28	23.96	1,134.33
E	6.18	21.07	1.76	1.48	34.39	30.58	19.51	20.67	678.33
F	6.19	20.28	2.03	1.58	42.50	30.83	20.94	19.47	842.00
G	6.17	21.01	1.81	1.64	30.50	26.17	16.88	15.97	969.33
D × E	6.18	21.06	2.03	1.61	38.83	36.83	19.11	22.83	823.00
F	5.06	19.23	2.07	1.56	35.83	33.06	17.29	21.19	833.33
G	5.18	20.35	1.93	1.46	33.61	30.83	17.46	21.07	833.33
E × F	5.12	20.35	1.97	1.52	30.21	25.83	15.36	17.01	570.00
G	5.13	20.00	1.77	1.25	27.08	23.44	15.28	18.76	632.33
F × G	5.14	20.28	1.75	1.33	24.83	21.00	14.03	15.83	386.33

\* FP, Fifth instar (Day. Hrs.); TP, Total larval period (Day. Hrs.); FW, Female cocoon weight (g); MW, Male cocoon weight (g); FL, Female cocoon layer weight (cg); ML, Male cocoon layer weight (cg); FR, Female cocoon layer ratio (%); MR, Male cocoon layer ratio (%); LB, Length of bave (m).

\*\* A, Jam 107; B, Jam 108; C, Jam 113; D, Jam 114; E, Bok-Hyeong Jam; F, Jung 14; G, Nog dong-A.

**Table 2.** Mean squares of 9 characters from seven parent diallel crosses of the silkworm.

Characters	Factors d.f	Block 2	Treatment 27	Error 54
Fifth instar		0.01	0.49	0.01
Total larval period		0.06	0.71	0.03
Female cocoon weight		0.01	0.17	0.01
Male cocoon weight		0.01	0.09	0.01
Female cocoon layer weight		0.08	198.23**	1.14
Male cocoon layer weight		6.58**	169.03**	1.98
Female cocoon layer ratio		0.20	23.66**	0.31
Male cocoon layer ratio		0.51	31.87**	0.26
Length of bave		389.16**	203,619.00**	816.14

\*\*p<0.1

**Table 3.** Genotypic, environmental variances and heritabilities of 9 characters in F<sub>1</sub>'s of the silkworm.

Characters	Item*	$\sigma^2G$	$\sigma^2E$	h <sup>2</sup> (%)
Fifth instar		0.16	0.01	99.83
Total larval period		0.22	0.03	85.51
Female cocoon weight		0.05	0.01	93.58
Male cocoon weight		0.03	0.01	95.19
Female cocoon layer weight		65.69	1.14	98.28
Male cocoon layer weight		55.68	1.98	96.55
Female cocoon layer ratio		7.78	0.31	96.11
Male cocoon layer ratio		10.53	0.26	97.51
Length of bave		67,600	816.14	98.80

\*  $\sigma^2G$ , genotypic variance;  $\sigma^2E$ , environmental variance; h<sup>2</sup>(%), heritability in %.

種들의 몇가지 量的 形質에 대한 表現型은 他品種보다 큼을 알 수 있었다. 形質間의 3回 反復 測定值로서 反復區 및 各 處理間에 대한 分散分析을 算出한 바 그 結果는 表 2와 같다. 處理, 즉 交配親과 交配組合에 있어서 누에 經過日數와 單繭重을 除外한 各形質은 高度의 有意성을 보임으로서 形質에 따른 品種의 遺傳의 多樣性和 雜種世代의 變異에 대한 差異를 보였고, 反復間에는 繭層重과 繭絲長에서 各各 有意差를 보임으로서 이들 形質들은 反復區에 따른 環境의 影響이 他形質보다 多少 크게 關與했을 것으로 推定되었다.

F<sub>1</sub>世代의 各形質에 대한 遺傳力, 遺傳分散 및 環境分散들을 推定한 바는 表 3과 같다.

各形質의 遺傳力은 廣義의 遺傳力으로서 매우 높게 評價되었는데 그 중 5齡經過日數, 單繭重, 古繭層重, 古繭層比率 및 繭絲長등이 95%를 넘는 높은 遺傳力을 나타내었으나 全齡經過日數는 他形質보다 多少 낮은 數值를 보이고 있었으며 기타 形質들은 90~95%의 中間傾向이었다.

또한 調査한 몇가지 形質의 遺傳分散 값은 環境分散의 값보다 높았는데 그 중 繭絲長의 遺傳分散 및 環境

分散量이 모두 他形質에 比해서 가장 높았다.

이러한 遺傳力은 交雜育種의 選拔에 있어서 重要한 指標가 될 수 있는데, 遺傳力은 個體가 나타내는 全體 表現型 중 遺傳的 效果에 의하여 나타나는 그 比率을 말하는 것으로서 雜種初期世代에 遺傳力이 높다는 것은 選拔의 基礎的인 面에서 그 意義가 크다고 할 수 있겠다. 따라서 一般적으로 本試驗과 같이 遺傳力이 높은 形質들은 環境의 影響에 의한 變異가 比較的 적다고 할 수 있겠는데 이러한 것은 育種初期世代에 바로 選拔指標가 될 수도 있다. 그러나 단 1회의 시험에서 얻은 遺傳力도 試驗時期나 交配組合 또는 試驗場所에 따라서 달라질 수가 있고 더구나 飼育方法 및 分析方法에 따라서도 그 推定値는 變動이 있을 수가 있는데, 이러한 것은 各環境에 따라 各形質의 遺傳子型的 發現이 달라지기 때문이고 또한 遺傳子와 環境과의 複雜한 交互作用에 의한 것이라고도 推定되기 때문에 여러가지의 環境條件下에서 複合的인 次元으로 推定되어야 더욱 더 效率의 일 것으로 思料된다. 土屋·倉島(1957a, 1957b, 1958), 齊尾 등(1967), 蒲生·平林(1983) 등은 繭層重, 繭絲量 및 繭絲長 등에 관하여 遺

**Table 4.** Phenotypic, genotypic and environmental covariances\* for 9 charactes in F<sub>1</sub>'s the silkworm.

Characters		FP	TP	FW	MW	FL	ML	FR	MR	LB
Fifth instar (FP)		(0.16)								
Total larval period (TP)	Cov.Ph.	0.14								
	Cov.G.	0.14	(0.25)							
	Cov.E.	0.01								
Female cocoon weight (FW)	Cov.Ph.	0.01	0.01							
	Cov.G.	0.01	0.01	(0.05)						
	Cov.E.	0.01	0.01							
Male cocoon weight (MW)	Cov.Ph.	0.01	0.02	0.03						
	Cov.G.	0.01	0.02	0.03	(0.03)					
	Cov.E.	0.01	0.01	0.01						
Female cocoon layer weight (FL)	Cov.Ph.	0.75	1.25	1.68	1.26					
	Cov.G.	0.76	1.19	1.69	1.27	(65.23)				
	Cov.E.	0.01	0.09	0.02	0.01					
MAle cocoon layer weight (ML)	Cov.Ph.	0.73	1.34	1.45	1.15	57.04				
	Cov.G.	0.75	1.35	1.49	1.16	58.40	(56.44)			
	Cov.E.	-0.01	0.01	0.01	0.01	0.06				
Female cocoon layer ratio (FR)	Cov.Ph.	0.42	0.58	0.40	0.36	20.85	18.27			
	Cov.G.	0.43	0.59	0.43	0.36	21.10	18.66	(7.90)		
	Cov.E.	-0.01	0.01	-0.01	0.01	0.26	0.03			
Male cocoon ayer ratio (MR)	Cov.Ph.	0.37	0.61	0.51	0.36	22.82	22.30	8.07		
	Cov.G.	0.38	0.63	0.51	0.38	23.46	22.52	8.34	(10.55)	
	Cov.E.	0.01	-0.01	0.01	-0.01	-0.07	0.27	-0.07		
Length of bave (LB)	Cov.Ph.	31.45	48.19	44.59	35.64	1,783.35	1,638.39	592.82	680.78	
	Cov.G.	32.15	48.96	45.53	36.50	1,819.60	1,683.04	604.38	699.31	(66,777.86)
	Cov.E.	0.08	0.53	0.15	0.03	7.92	-4.45	3.17	-1.82	

\* Cov.Ph, phenotypic covariance; Cov.G., genotypic covariance; Cov.E, environmental covariance; phenotypic variance in parentese.

傳力을 推定한 바 이들 形質들은 모두 높다고 報告한 바 있고 大井·山下(1977) 등은 繭絲長, 繭層重 및 繭層比率등은 味繭重에 비하여 比較的 높았지만 各 推定方法에 따라서도 大小의 差異가 있다고 하였으며 日(1972)은 繭層量이 親의 組合에 따라서도 달라질 수가 있고 雌雄間에도 그 差異는 인정된다고 한 바 있다.

또한 各 研究者들에 따라서도 評價되는 遺傳力의 傾向値는 같을 수도 있겠지만 단 1회의 試驗에서 얻은 遺傳力만으로써 選拔에 대해 斷定을 내린다는 것은 多少 無理가 있을 것으로 생각되며 多角의인 面에서의 推定과 또한 遺傳子와 環境과의 相互作用등도 考慮하여 實際選拔에 應用하는 것이 妥當할 것이라고 믿어진다.

어느 觀測對象形質에 대하여 處理 以外的 環境要素를 꼭 같이 할 수는 없으나 環境要素를 어떤 數值로서 나타낼 수 있을 때 共分散의 數值로서 處理할 수가 있

는데, 本 試驗에서 形質間의 共變異에 대하여 分散分析을 하고 다시 共分散을 算出한 結果는 表 4와 같다.

대체로 遺傳共分散의 값이 表現型 共分散의 값보다 높고 環境共分散의 값은 매우 낮은 傾向이었으며, 또한 各形質 相互間의 遺傳共分散이나 表現型 共分散이 같은 符號를 보여 同一方向으로 作用함을 알 수 있었고 各形質相互間은 表現型 共分散이나 遺傳共分散에서 모두 正의 關係를 나타내고 있었다.

量的으로 多收品種을 育種目標로 할 경우 選拔의 對象이 되는 形質들의 遺傳力이 낮으면 雜種初期世代的 選拔은 어려우나 이들 形質들이 높은 遺傳力을 나타내는 形質과 相互相關이 認定된다면 目標形質에 대한 選拔은 多少 效果의으로 할 수 있다. 따라서 本試驗은 各形質間에서 相關의 程度를 推定하기 위하여 表現型 相關, 遺傳相關 및 環境相關등을 算出한 바 그 結果는 表 5와 같다.

Table 5. Phenotypic, genotypic and environmental correlation coefficients\* in F<sub>1</sub>'s of the silkworm.

Characters		FP	TP	FW	MW	FL	ML	FR	MR	LB
Total larval period (TP)	rPh	0.71								
	rG	0.76**								
	rE	0.19								
Female cocoon weight (FW)	rPh	-0.06	0.07							
	rG	-0.06	0.04							
	rE	0.22	0.37							
Male cocoon weight (MW)	rPh	0.11	0.24	0.85						
	rG	0.11	0.25*	0.90**						
	rE	0.13	0.13	0.11						
Female cocoon layer weight (FL)	rPh	0.23	0.30	0.85	0.87					
	rG	0.23*	0.31**	0.87**	0.88**					
	rE	0.18	0.43	0.41	0.40					
Male cocoon layer weight (ML)	rPh	0.24	0.35	0.79	0.85	0.94				
	rG	0.24*	0.38**	0.83**	0.88**	0.96**				
	rE	-0.05	0.04	0.07	0.30	0.04				
Female cocoon layer ratio (FR)	rPh	0.37	0.40	0.59	0.71	0.91	0.86			
	rG	0.38**	0.44**	0.65**	0.73**	0.93**	0.93**			
	rE	-0.09	0.02	-0.53	0.23	0.44	0.04			
Male cocoon layer ratio (MR)	rPh	0.28	0.37	0.64	0.63	0.86	0.91	0.88		
	rG	0.28**	0.41**	0.66**	0.66**	0.89**	0.93**	0.92**		
	rE	0.08	-0.03	0.14	-0.36	-0.13	0.38	-0.25		
Length of bave (LB)	rPh	0.30	0.36	0.70	0.76	0.85	0.84	0.81	0.81	
	rG	0.30**	0.39**	0.73**	0.79**	0.86**	0.86**	0.83**	0.82**	
	rE	0.17	0.09	0.08	0.02	0.25	-0.11	0.19	-0.12	

\* rPh, Phenotypic correlation; rG, genotypic correlation; rE, environmental correlation.

\*, \*\* genotypic correlation of 0.2146 and 0.2798 are necessary to be significant at 5% and 1% level, respectively.

形質相互間の 相關係數도 共分散의 경우와 같이 表現型 相關이나 遺傳相關의 값이 같은 符號로서 같은 方向으로 形質間的 變異가 作用하였고, 形質에 따라서는 多少의 差異가 있었지만 表現型 相關이 遺傳相關보다 낮게 나타났다.

形質相互間에 있어서 5齡 經過日數는 5齡 單繭重과 또한 全齡 經過日數는 5齡 單繭重을 除外한 各形質間에서 正의 相關을 보였으나 특히 5齡 繭層重, 5齡 繭層比率 및 繭絲長의 相互間은 高度의 正의 相關을 보임으로서 이들 중 한 形質의 增加는 他形質에 미치는 影響이 比例의 程度로 높아짐을 알 수 있었다. 즉, 單繭重, 繭層重 및 繭層比率의 形質들은 5齡間에도 相關의 程度가 매우 높았는데 이는 한쪽의 性이 가지는 形質의 能力은 配偶者의 能力까지도 그 影響을 미치며 또한 形質間에도 關係하는 程度가 크다 할 수 있겠다. 이러한 것은 多收性을 期待하는 育種計劃에서 한 配偶者의 形質에서 크게 發現되는 系統을 選拔한다해도 他配

偶子의 計量形質에는 支障이 없을 것으로 믿어진다. 특히 繭絲長이 各形質과 高度의 相關이 認定된 점은 누에의 幼蟲 經過日數가 길고 單繭重이나 繭層重 등이 무거운 것이 繭絲長도 길 것이라는 것이 本試驗의 結果로서도 잘 나타났다고 할 수 있겠으며, 이러한 繭絲長은 특히 他形質보다 繭層重이나 繭層比率間에서 더욱 더 높은 相關을 나타내었다. 따라서 各形質間的 相關關係를 推定해 볼때 繭의 計量形質에 대한 各各의 形質들은 5齡間에 正의 相關을 나타냄으로서 相互影響하는 程度가 매우 클 것으로 推定되며 5齡 單繭重이 5齡 및 全齡 經過日數와 5齡 單繭重이 5齡 經過日數와의 相關의 程度가 낮았다는 것은 누에의 經過日數가 單繭重에는 크게 影響을 미치지 않을 것으로 推定되었다. 따라서 바람직한 繭의 量의 形質을 총계 할 수 있는 要件으로서 單繭重, 繭層重 및 繭層比率이 높고 繭絲長이 긴 것이 有利함으로 本試驗의 結果로 볼 때는 누에가 成長할 수 있는 幼蟲 經過日數가 짧으면서 單繭

重이나 藪層重등이 他形質에 미치는 영향이 커야하고 또한 이들 形質(單藪重, 藪層重 및 藪層比率)이 높으므로 藪絲長을 길게 할 수 있을 것으로 推定된다.

이러한 遺傳相關에 대해서는 皆川・大塚(1975), 齊尾等(1967), 蒲生・平林(1983), 平林(1982a, 1982b)등이 報告한 바가 있는데 이들은 家蠶의 形質發現에 있어서는 環境과 遺傳子間的 交互作用이 多少 影響하고, 또한 環境의 影響을 배제한 조건에서 이러한 試驗이 수행 되어야 할 것이라고 한 바 있다.

結局 本 試驗의 結果들을 綜合해 볼 때 各 形質에 있어 높은 遺傳力을 보이고 또한 相關關係에서도 量的 形質間에 높은 正의 相關을 보임으로서 앞으로의 選抜問題에서는 化蛹比率, 單藪重, 藪層比率 및 藪絲長등을 考慮하여 育種해 가는 것이 效率的인 育種成果를 얻을 수 있을 것으로 思料된다.

물론 實際選抜에 있어서는 이들 遺傳力과 遺傳相關이 選抜의 基礎資料로서 土臺가 되어야 할 것이다. 한편 이들 形質들의 飼育時期나 地域間에 나타내는 各種 遺傳的 parameter 등도 充分히 考慮하면서 實際 選抜을 하는 것이 더욱 더 그 效果가 클 것으로 믿어지는 바 앞으로는 經路係數나 選抜指數를 作成하여 높은 收藪量을 期待할 수 있는 즉 收量에 미치는 各形質들의 直・間接 效果도 充分히 檢討해 보아야 할 것으로 사료된다. 이점에 관해서 앞으로 검토되어야 할 研究課題이다.

## 摘 要

누에 品種에 있어 形質相互間的 遺傳關係를 早期에 推定하고 效率的인 選抜을 爲한 基礎資料를 얻고자, 交配親 7品種을 二面交雜하여 얻은 F<sub>1</sub>世代 21個 組合을 材料로 遺傳力 및 遺傳相關등을 推定한 바, 그 結果는 다음과 같다.

1. 9個 形質에 대한 遺傳力은 모두 높게 評價되었다  
2. 形質相互間的 相關關係는 대체로 遺傳相關의 값이 表現型 相關의 값보다 높았으며 全形質은 正의 相關을 보였다.

3. 藪絲長과 他形質과는 모두 正의 相關을 보여 높은 遺傳相關을 나타내므로 이들 形質이 藪絲長에 影響하는 重要한 形質이 될 수 있을 것으로 評價되었다.

## 參 考 文 獻

蒲生卓磨, 平林 隆(1983) 蠶의 發育速度, 化蛹步合及び 藪形質의 二面交雜による 遺傳分析, 日育雜 33(2):

178~190.

Grafius, J.E., W.L. Nelson and V.A. Dirks(1952) The heritability of yield in barley as measured by early generation bulked progenies. *Agronomy J.* 44: 253-257.

平林 隆(1982a) 化性の異なる 蠶의 原種間での二面交雜による交雜能力の推定(I) 飼育成績にもとづく推定・蠶絲試驗場彙報 115:15-28.

平林 隆(1982b) 化性の異なる 蠶의 原種間での二面交雜による交雜能力の推定.(II) 繰絲成績にもとづく推定, 蠶絲試驗場彙報 116:29-44.

張權烈・韓鏡秀・閔丙烈(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.

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.

張昌植・孫海龍(1985) 二面交雜에 依한 家蠶의 몇가지 實用形質의 遺傳變異와 組合能力 分析. 韓蠶誌 27(2):7-19.

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 F<sub>1</sub>世代의 몇가지 量的 形質에 대한 遺傳分析, 韓蠶誌 28(1):24~29.

金元敬(1972) 遺傳力에 依한 交配組選抜試驗, 韓蠶誌 14(2):61-65.

皆川勇, 大塚雍雄(1975) カイコの諸形質における四元雜種 實測値とその系統間F<sub>1</sub> 平均値との相關, *Japan. J. Breed.*, Vol. 25, No. 5:251-257.

大塚雍雄(1966), カイコにおける實用諸形質の遺傳力とその變動, 日育雜 16, 別刷 2:152-153.

大塚雍雄, 中島文人(1968), カイコの育種に關する統計 遺傳學的研究. I. 雜種集團初期世代의 遺傳率, 蠶絲研究 66:28-49.

大井秀夫, 山下昭弘(1977), 日號および支137號の育成 蠶絲試驗場報告 13727(1):97-139.

Robinson, H.F., R.E. Comstock and P.H. Harvey (1949) Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. *Agronomy J.* 14:353-359.

齊尾乾二郎(1958), 家蠶의 量的形質間의 遺傳及び環境相關と系統または品種選抜における選抜指數, 蠶絲研究 25(4):27-35.

齊尾乾二郎, 堀江正樹, 畑村又好, 伊藤綾子 (1967), 水稻, 大豆および蠶における遺傳力の推定値, 第IV報 蠶について, 日育雜 17(3):221-231.

土屋精三, 倉島秀雄(1957a), 家蠶における計量形質の

Heritability に関する研究, (I) 繭層量における Heritability, 日蠶雑 26(1):84-88.  
土屋精三, 倉島秀雄(1957b), 家蠶における計量形質の Heritability に関する研究, (II) 繭絲量, 繭絲長および繭絲織度における Heritability. 日蠶雑 26(5):317-

322.  
土屋精三, 倉島秀雄 (1958), 家蠶における計量形質の Heritability に関する研究. (III) 異系統の交配における Heritability. 日蠶雑 27(4):253-256.