

## 家蠶幼蟲의 行動反應性에 관한 研究

### Ⅲ. 行動半徑에 대한 遺傳分析과 實用形質과의 相關反應

朴 年 圭·李 相 豊\*·李 浩 柱\*\*

密陽農蠶專門大學·蠶業試驗場\*·江原大學 生物學科\*\*

Studies on the Behavioral response in Silkworm larvae, *Bombyx mori*.

Genetic Analysis and Correlated Response to Economic Characters of Walking Distance

Park, Yeon-Kyu · Sang Poong Lee,\* Ho Zoo Lea\*\*

Milyang National Junior College of Agriculture & Sericulture

\*Sericultural Exeriment Station, Rural Development Administration

\*\*Dept. of Biology, Kangweon National University.

### Summary

The objective of the present study was to investigate the behavioral responses of silkworm (*Bombyx mori*) larvae to: the dominant effect of walking distance; and the relationships between walking distance and the various economic characters on yellow sheets.

The means of walking distances of progeny from  $F_2$  and  $F_1 F_1$  and  $F_2$  generations, which was a hybrid between the long and the short walking distances, were shorter than those of parents. This may indicate that the genes for the short walking distances were partially dominant over those for the longwalking. Estimated broad sense heritability of larval walking distance was different for each larval instar, which fell into the range of 52~84%.

Genetic correlation was apparent between walking distances of all larval stages and some economic characters. The number of cocoons per liter and the period from incubation to emergence have shown the positive genetic correlation with walking distances. The cocoon yield, the single cocoon weight, and the cocoon shell weight have shown to be in the negative correlation with walking distances. No correlation was observed between walking distances of the mature larvae and any economic characters. The analysis by the path coefficient showed negative direct effect of walking distances on the cocoon yield, and positive indirect effect on the single cocoon weight and the cocoon shell weight.

### I. 緒 論

生物의 行動은 生命의 存在와 더불어 生活의 수단을 위해 이미 獲得한 性質으로써 어떤 種의 生物學的 進化는 곧 行動의 進化로 연결되어 그 種에 따라 매우 복잡한 변화를 가져왔다.

대부분의 生物이 그렇듯이 昆蟲도 빛에 의존하여 많

은 行動을 한다. 먹이와 隱身處를 찾는 行動 또는 孵化와 產卵場所를 찾아 이동하는 行動등이 반사된 빛의 色採(hue)와 明度(intensity)등에 의존되고 있음이 많은 研究에서 보고되어 왔다(Prokopy, Owens, 1983).

누에(*Bombyx mori*)는 인간이 오랫동안 사육을 하여 읍에 따라 그 種이 유지되어 온 특수한 昆蟲으로써 나리의 把握力이 약하고 날지 못하며 幼蟲의 分散性이 작은 것등은 오랜 純化課程에서 人爲淘汰된 결과라 할

수 있다. 그러나 누에의 走光性등과 같은 行動은 인간이 飼育하기 이전부터 이미 獲得됐던 性질을 계속 維持해 온 것이라고 믿고 있다(清水, 1981),

누에의 行動에 관한 연구는 주로 小泉(1950, 1961)와 그의 공동연구자들(1960, 1961, 1963, 1964, 1965, a.b.c., 1966 a.b.c., 1967)에 의하여 많은 부분이 이루어진 후 최근 朴과 李(1987) 및 朴(1987)에 의하여 行動反應에 관한 연구가 이루어지고 있으나 아직 기초단계에 머물러 있는 실정으로써 行動生理 및 遺傳등을 비롯하여 많은 부분의 연구가 요구되고 있다.

昆蟲의 行動遺傳은 초파리에서 많이 이루어 졌다. Hirsch(1959)와 그의 공동연구자(1958, 1962)는 초파리(*Drosophila melanogaster*)를 재료로 하여 실험한 결과 行動의 遺傳은 衆多遺傳子(Polygene)에 의하여 支配되는 量的形質임을 알았고, 方向性 淘汰에 의한 집단 雜種分析결과, 負의 走地性이 正의 走地性에 대하여 部分 優性的의 효과가 있음을 밝혔다. 한편 Dobzhansky(1969, 1970)와 그의 공동연구자(1962) Hadler(1964 a,b) 및 秋와 金(1982)에 의한 走光性的의 雜種分析결과, 走光性 行動도 走地性 行動과 같이 衆多遺傳子에 의하여 支配된다고 하였다. 그 밖에 초파리의 步行行動(Choo, 1975, 1980) 配偶行動(추동, 1984)등 行動에 관한 遺傳分析에서도 역시 行動의 遺傳은 衆多遺傳子에 의하여 支配되는 形質임이 밝혀졌다.

이상에서와 같이 초파리의 경우는 行動遺傳에 관한 연구가 많이 진행되었지만 누에의 경우는 神德와 村上(1975)의 연구가 있을 뿐이다. 그들은 누에의 走光性系統과 避光性系統을 交雜하여 F<sub>1</sub> 世代와 F<sub>2</sub> 世대의 개체를 각 齡別로 조사한 결과 避光性을 지배하는 衆多遺傳子가 走光性을 지배하는 衆多遺傳子에 비하여 優性인 것으로 추정하였으나 보다 자세한 遺傳分析 또는 遺傳力을 추정하지 못하였다. 그후 누에의 行動에 관한 遺傳은 현재까지 큰 진전을 보지 못하고 있다.

초파리의 行動에 관한 遺傳力을 보면 Hardler(1964 b)는 人爲淘汰 實驗方法에 의하여 分散을 分割 遺傳率을 구한 결과 42.1~68.8%의 범위였고 秋와 金(1982) Falconer(1977)은 回歸分析法에 의한 유전율을 구한 결과 6~18%의 낮은 정도였다고 하였다.

昆蟲의 行動은 實用形質과도 관련이 있는 것으로서 大島(1974)는 초파리의 경우 避光性 系統이 走光性系

統에 비하여 體重 및 體長이 크고 產卵力이 높았다고 하였고 秋와 韓(1987)은 羽化時間과 몇가지 形質과의 關係를 分析한 결과 낮은 系統이 빠른 系統에 비하여 產卵力이 높고 수명이 길었다고 보고한 바 있다.

누에의 경우 實用形質과 이외의 形質과의 관계에 대한 연구를 보면 朴(1962)은 누에알의 卵紋數와 繭重 및 繭層重間에 負의 相關이 있다고 하였고 山本과 蒲生(1976 a,b)는 食下量 및 消化量이 繭重 및 繭層重과 正의 相關이 있다고 하는 등 일련의 보고가 있지만 行動半徑과의 相關성에 대한 보고는 찾아볼 수 없다.

일반적으로 品種改良을 위한 實用形質은 衆多遺傳子에 의하여 支配되는 量的形質로서 環境의 支配를 많이 받는다. 따라서 遺傳分析은 보다 다양한 이분야의 기초적인 學說의 제공에 힘입어 總合된 價値를 높이도록 해야 할 것이며 그러한 의미에서 行動과 같은 形質은 遺傳相關에 관하여 친근감을 덜하나 연구의 정보를 제공하는데 도움이 될 것으로 믿는다.

따라서 本研究은 行動反應이 가장 敏感하게 反應한 黃色紙에서의 行動半徑에 대한 優性效果를 分析하였으며, 다음 行動半徑과 實用形質과의 遺傳相關과 經路係數를 分析하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 蠶品種

行動半徑에 대한 優性效果 分析을 위한 品種은 行動半徑의 差異가 뚜렷한 Table 1의 品種(朴, 1987)을 이용하였으며, 行動半徑과 實用形質과의 相關分析을 위한 品種은 1986년 현재 獎勵 蠶品種의 原種中 Table 2의 品種을 이용하였다.

Table 1. Varieties used for the analysis of walking distance in hybrids

Instar	Long walking varieties	Short walking varieties
1st <sup>a)</sup>	Keonsaikjeok	Rok 191. Striped-W
3rd	Keonsaikjeok	Gu 17. Rok 191
5th	Z2	Striped-W. Rok 191
ML <sup>b)</sup>	Striped-Y	Striped-W. Rok 191

a) Newly hatched larvae.

b) Mature larvae.

Table 2. Varieties used for the analysis of the correlation between walking distance and economic characters.

Varieties for the test							
Hanseing 3,	Hanseing 4,	Jam 107,	Jam 108,	Jam 113,	Jam 114,	Jam 115,	Jam 116.
Jam 117,	Jam 118,	Jam 119,	Jam 120,	Jam 121,	Jam 122,	Jam 123,	Jam 124.

## 2. 飼育 및 實驗環境과 調査時期

昆蟲의 行動은 여러가지의 環境要因 즉 溫度, 光週期, 照度, 色光 및 發育過程中 각 時期등에 따라 그 反應이 다르므로 같은 實驗條件을 부여하기 위하여 다음과 같이 環境要因을 제한하였다.

催青 및 飼育: 催青中の 온도는 24~26°C였으며, 光週期는 LD16:8의 明暗을 週期로 하여 催青개시 9일째 부터 4일간 暗으로 하다가 5일째 부터 갑자기 밝게 하여 일제히 孵化하도록 하는 방법(改良暗催青法)으로 하였고, 飼育은 蠶業試驗 標準飼育法에 준하였다.

實驗中の 環境: 行動半徑의 調査場所는 사면의 色相이 黃褐色으로서 實驗中の 溫度는 27~28°C였고, 밝기는 照度 300lux로서 螢光등을 수직으로 照射하였으며, 實驗에 사용한 色紙는 黃色으로서 Munsel 色立體에 의하여 觀望하면 Hue 5Y, Value 8, Chroma 14였다.

發育經過와 行動半徑의 調査時期: 調査 당시의 누에 幼蟲의 發育經過는 蠶의 경우 孵化 2시간 後였고, 2齡부터 5齡까지는 각 齡 餉食直前이었으며, 熟蠶의 경우는 完熟期에 실시했다.

## 3. 調査 및 分析方法

行動半徑의 調査는 Fig. 1, 과 같이 그린 원의 중심 부위에 누에를 놓은 후 그 중심 부위에서 30분동안 이동한 거리를 누에의 꼬리부분에서 측정하였고, 20cm 이상 移動한 것은 계산상의 간략화를 위하여 20cm로 계수하였다.

供試蠶을 놓은 원의 중심부위의 크기는 그 직경이 蠶蠶은 1cm, 1.2cm, 3齡은 2cm, 4.5cm, 5齡은 8cm, 그리고 熟蠶은 10cm로 하여 그 안에 20마리씩 넣은 직후 30분간의 移動距離를 측정하여 한마리당 平均移動距離 =  $\sum DN / \sum N$ , ( $D$ =이동거리,  $N$ =마리수)을 산출하였다.

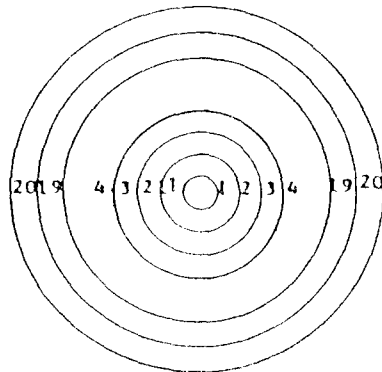


Fig. 1. Diagram for measurement of behavioral response Numerals are in centimeters

雜種分析 實驗: 行動半徑이 비교적 큰 品種과 작은 品種을 각각 2개 品種씩 사용(Table 1)하여 각 齡別로 2交配組씩 交雜하였고, 이들의 F<sub>1</sub>世代와 F<sub>2</sub>世代의 行動半徑을 調査하여 優性效果를 分析하였다.

遺傳力, 相關 및 經路係數分析 行動半徑과 實用形質과의 關聯性 調査를 위한 供試蠶數는 300마리씩 3반복으로 하여 3齡期에 完全任意配置하였고 實用形質 調査는 蠶業試驗 調査標準에 준하였다.

遺傳子의 推定과 表現形相關, 遺傳相關, 環境相關은 Robinson 등 (1949, 1951)의 방법에 의하였고, 經路係數의 분석은 Dewey와 Ru(1959)의 계산식에 의하였다

## III. 結果 및 考察

### 1.

Table 1의 行動半徑이 큰 品種과 작은 品種을 각 齡期別로 2交配組씩 交雜하여 F<sub>1</sub>世代와 F<sub>2</sub>世代의 行半徑을 조사하였으며, 그 결과는 Table 3 표시하였고, F<sub>2</sub>世代의 變異는 Fig. 2, 3, 4, 5와 같다.

蠶蠶에 대한 行動半徑의 遺傳: 藍色赤과 綠191의 交配組合에 있어서 藍色赤(P<sub>1</sub>)의 行動半徑은 6.41cm, 綠191(P<sub>2</sub>)은 0.29cm였고, 이들 兩親의 平均은 3.35cm였다. F<sub>1</sub>世代의 平均치는 1.01cm, F<sub>2</sub>世代는 2.33cm로서 兩親平均의 3.35cm보다 작았고, 藍色赤과 黑縞白血의 交配組合의 경우 藍色赤(P<sub>1</sub>)의 行動半徑은 앞에서와 같이 6.41cm였고 黑縞白血(P<sub>2</sub>)은 1.45cm였으며, 이들 兩親間의 平均은 3.93cm였다. 그리고 F<sub>1</sub>世代는 1.67cm, F<sub>2</sub>世代는 1.72cm로서 兩親間 平均의 3.93cm보다 작았다.

3齡起蠶에 對한 行動半徑의 遺傳: 藍色赤과 歐 17의 交配組合에 있어서 藍色赤(P<sub>1</sub>)의 行動半徑은 2.77cm, 歐17(P<sub>2</sub>)은 0.10cm였고, 이들 兩親間의 平均치는 1.44cm였다. F<sub>1</sub>世代는 0.61cm, F<sub>2</sub>世代는 0.98cm로서 이들의 行動半徑은 兩親間의 平均치보다 작았다. 藍色赤과 綠 191의 交配組合에 있어서 藍色赤(P<sub>1</sub>)은 앞에서와 같고 綠191(P<sub>2</sub>)은 0.23cm로서 이들 兩親間의 平均치는 1.5cm였으며, F<sub>1</sub>世代는 0.51cm, F<sub>2</sub>世代는 0.66cm로써 역시 兩親間의 平均치 보다 작음으로써 蠶蠶과 같은 傾向을 보였다.

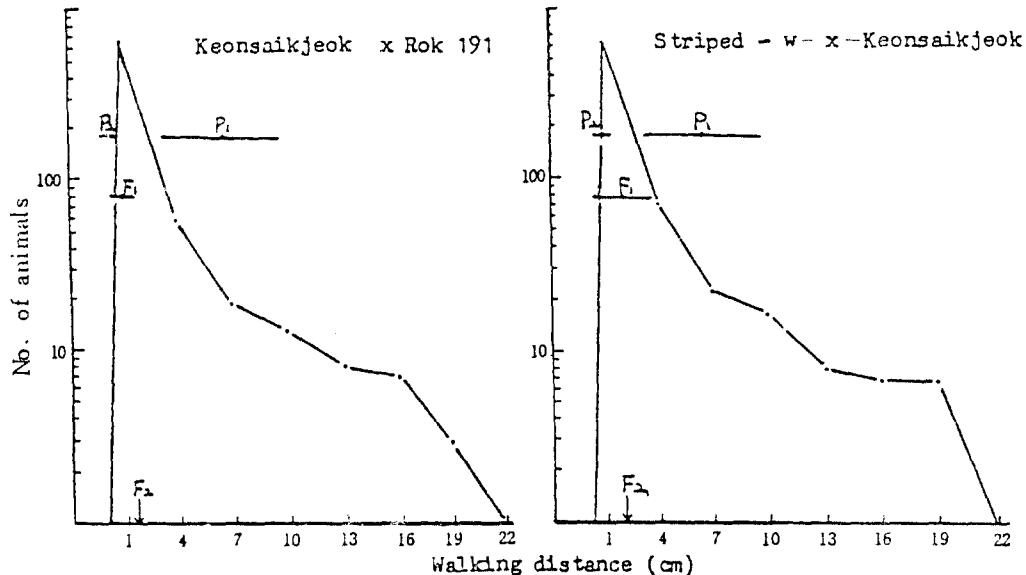
5齡起蠶에 對한 行動半徑의 遺傳: Z<sub>2</sub>와 黑縞白血의 交配組合에서 Z<sub>2</sub>(P<sub>1</sub>)는 4.31cm, 黑縞白血(P<sub>2</sub>)은 0.55cm였고 그 平均치는 2.43cm였으며 F<sub>1</sub>世代는 0.64cm, F<sub>2</sub>世代는 0.80cm로서 兩親의 平均 치보다 작았고, Z<sub>2</sub>와 綠 191의 交配組合에 있어서 Z<sub>2</sub>(P<sub>1</sub>)는 앞에서와 같고, 綠 191(P<sub>2</sub>)은 0.47cm로서 이들 兩親間의 平均치

2.27cm에 비하여 F<sub>1</sub>세대(0.51cm) 및 F<sub>2</sub>세대(0.72cm)는 각각 行動半徑이 작은 경향으로 나타나 蟻蠶 및 3齡起蠶과 같은 경향이였다.

熟蠶期에 對한 行動半徑의 遺傳: 黑縞黃血과 綠191의 交配組合에 있어서 黑縞黃血(P<sub>1</sub>)의 行動半徑은 15.10cm, 綠191(P<sub>2</sub>)은 4.55cm로서 그 平均치는 9.83cm

**Table 3.** Means and variances of walking distance in the parents with long and short walking distance and their F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> progeny in larvae

Larval stage	Crosses		$\bar{x}$	$\sigma^2$	Crosses		$\bar{x}$	$\sigma^2$
Newly hatched larvae.	Parent	Keonsaikjeok(P <sub>1</sub> )	6.41	52.56	Keonsaikjeok(P <sub>1</sub> )	6.41	52.56	
		Rok 191(P <sub>2</sub> )	0.29	0.66	Striped-W(P <sub>2</sub> )	1.45	8.07	
		Average	3.35		Average	3.93		
	Hvbrid	F <sub>1</sub> (P <sub>1</sub> ♀ × P <sub>2</sub> ♂)	1.01	7.84	F <sub>1</sub> (P <sub>2</sub> ♀ × P <sub>1</sub> ♂)	1.67	10.63	
		F <sub>2</sub>	2.33	7.67	F <sub>2</sub>	1.72	9.49	
3rd instar	Parent	Keonsaikjeok(P <sub>1</sub> )	2.77	10.37	Keonsaikjeok(P <sub>1</sub> )	2.77	10.37	
		Gu 17(P <sub>2</sub> )	0.10	0.18	Rok 191(P <sub>2</sub> )	0.23	0.19	
		Average	1.44		Average	1.50		
	Hybrid	F <sub>1</sub> (P <sub>1</sub> ♀ × P <sub>2</sub> ♂)	0.61	0.62	F <sub>1</sub> (P <sub>2</sub> ♀ × P <sub>1</sub> ♂)	0.51	0.38	
		F <sub>2</sub>	0.98	1.25	F <sub>2</sub>	0.66	0.69	
5th instar	Parent	Z <sub>2</sub> (P <sub>1</sub> )	4.31	21.58	Z <sub>2</sub> (P <sub>1</sub> )	4.31	21.58	
		Striped-W(P <sub>2</sub> )	0.55	1.38	Rok 191(P <sub>2</sub> )	0.47	1.04	
		Average	2.43		Average	2.27		
	Hybrid	F <sub>1</sub> (P <sub>1</sub> ♀ × P <sub>2</sub> ♂)	0.64	0.53	F <sub>1</sub> (P <sub>2</sub> ♀ × P <sub>1</sub> ♂)	0.51	0.90	
		F <sub>2</sub>	0.80	1.80	F <sub>2</sub>	0.72	1.49	
Mature larvae	Parent	Striped-Y(P <sub>1</sub> )	15.10	55.58	Striped-Y(P <sub>1</sub> )	15.10	55.58	
		Rok 191(P <sub>2</sub> )	4.55	42.83	Striped-W(P <sub>2</sub> )	7.30	61.94	
		Average	9.83		Average	11.20		
	Hybrid	F <sub>1</sub> (P <sub>1</sub> ♀ × P <sub>2</sub> ♂)	5.89	29.16	F <sub>1</sub> (P <sub>2</sub> ♀ × P <sub>1</sub> ♂)	7.48	60.37	
		F <sub>2</sub>	6.49	50.84	F <sub>2</sub>	8.35	64.96	



**Fig. 2.** Frequency distribution of walking distance in newly hatched larvae of F<sub>2</sub> generation

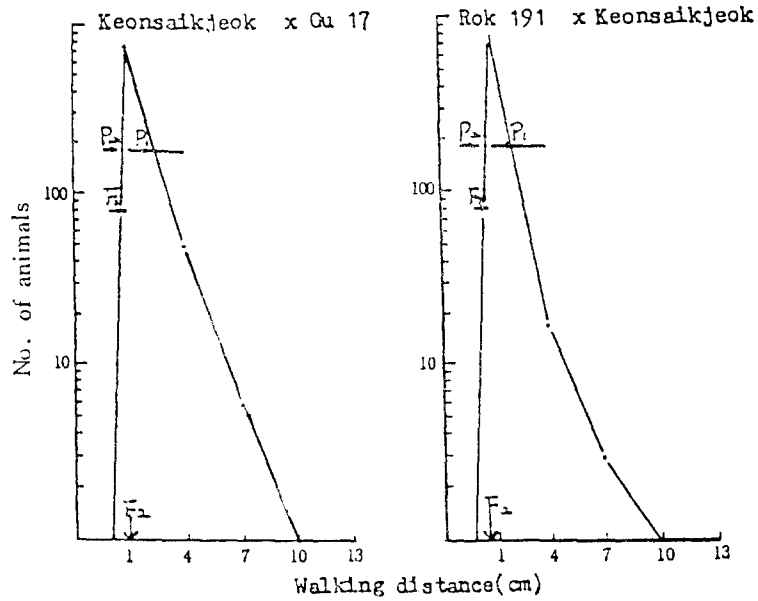


Fig. 3. Frequency distribution of walking distance in 3rd instar of  $F_2$  generation

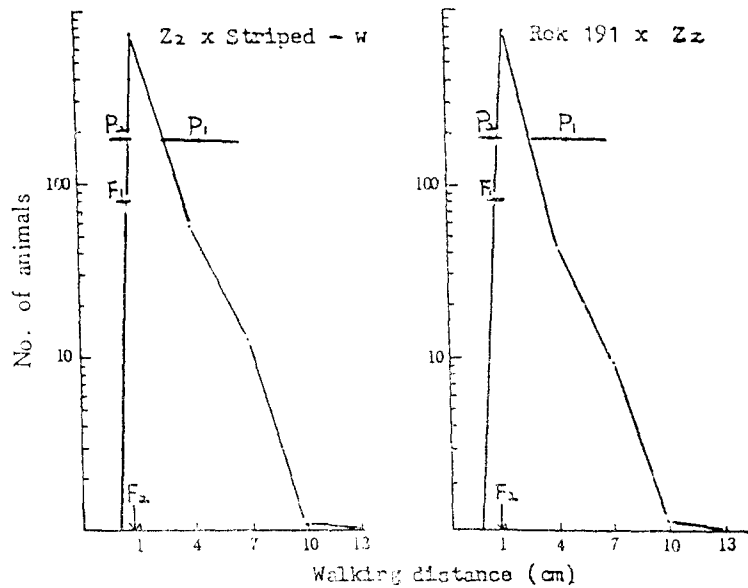


Fig. 4. Frequency distribution of walking distance in 5th instar of  $F_2$  generation

였고, 이들  $F_1$ 世代의 行動半徑은 5.89cm,  $F_2$ 世代는 6.49cm로서 兩親間의 평균치보다 작았다. 黑縞黃血과 黑縞白血의 交配組合에 있어서는 黑縞黃血( $P_1$ )은 앞에서와 같고, 黑縞白血( $P_2$ )은 7.30cm로써 이들 兩親間 平均値 (11.2cm)보다  $F_1$ 世代(7.48cm) 및  $F_2$ 世代(8.35

cm)의 行動半徑이 작았으며, 앞의 蟻蠶, 3齡, 5齡起蠶의 경우와 같은 경향을 나타냈다.

이상 蟻蠶期로부터 熟蠶期까지의 모든 交配組合에 있어서  $F_1$  및  $F_2$ 世代의 行動半徑은 그들 兩親( $P_1$  및  $P_2$ )의 平均 行動半徑보다 작게 나타났다. 이것으로 보

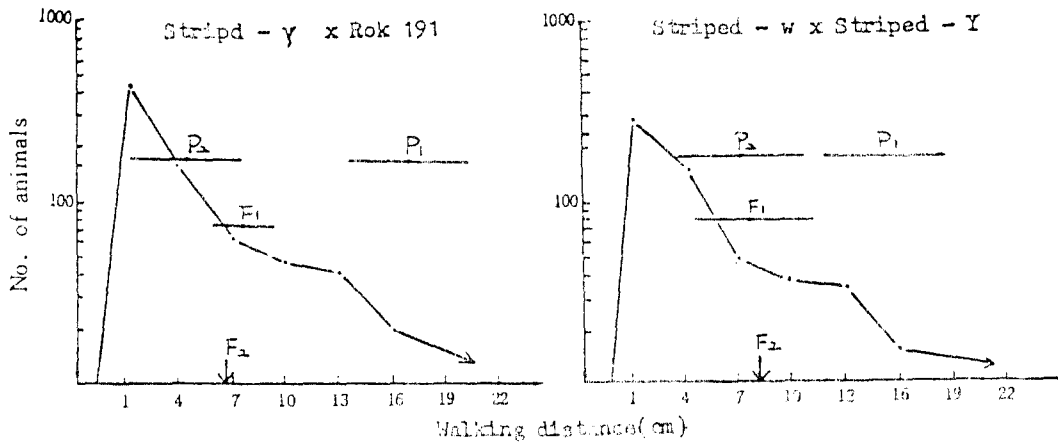


Fig. 5. Frequency distribution of walking distance in mature larvae of  $F_2$  generation

아 行動半徑은 작은 방향으로 部分優性效果가 있음을 알 수 있다.

行動등과 같은 形質은 衆多遺傳子에 의하여 支配되는 量的形質으로써 이들 形質에 對한 遺傳子 分析은 주로 초파리에서 이루어졌다. Dobzhansky(1962, 1969, 1972)와 Hadler(1964. a, b) 및 秋와 金(1982)등에 의하여 走光性에 관한 遺傳分析이, 그리고 Hirsch와 Erlenmeyer-Kimling(1962)에 의하여 走地性에 관한 遺傳分析이 이루어졌으며, 그밖에 choo(1975, 1980) 및 Choo등(1982, 1984, 1987)에 의하여 초파리의 步行行動, 配偶行動, 羽化리듬등 行動에 관한 遺傳分析이 이루어졌는 바 이들은 行動形質에 대한 人爲的 淘汰實驗에 의한 遺傳分析을 시도하였으며, 그 결과 이들 形質은 衆多遺傳子에 의하여 支配되는 量的形質임을 밝혔다. 누에의 遺傳에 대하여는 神德와 村上(1975)가 走光性系統과 避光性系統을 交雜하여  $F_1$ 世代와  $F_2$ 世代의 個體를 調査한 결과 避光性을 支配하는 衆多遺傳子가 走光性을 支配하는 衆多遺傳子에 비하여 優性인 것으로 추정하였으나 보다 자세한 遺傳分析을 시도하지 못했다.

正 또는 負의 步行行動을 支配하는 遺傳子間의 優劣關係가 없을 경우  $F_1$ 世代의 行動半徑은 兩親間의 平均値와 같을 것이나 本 實驗의 경우는 각 조합 모두  $F_1$  및  $F_2$ 世代가 兩親間의 行動半徑의 平均値보다 작은, 즉 行動半徑이 둔한 방향으로 기울었다. 이러한 결과는 行動半徑에 대하여 鈍感性을 支配하는 衆多遺傳子에 비하여 部分優性效果가 있음을 강하게 보여준 것이다.

초파리의 경우 步行速度 및 交尾速度에 있어서 그림

을 支配하는 遺傳子가 빠름을 支配하는 遺傳子에 대하여 優性效果가 있고(choo) (1980), 羽化리듬은 羽化時間을 느리게 支配하는 衆多遺傳子가 빠름을 支配하는 衆多遺傳子에 대하여 部分優性效果가 있음(Choo와 Han, 1987) 밝히겠다. 한편 누에의 走光性을 支配하는 衆多遺傳子는 避光性이 走光性에 대하여 優性效果가 있지만(神德와 村上, 1975), 초파리의 경우는 走光性이 避光性에 대하여 優性效果가 있다고 하는說(秋와 金, 1982)과 避光性이 優性效果가 있다는說(Hadler, 1964 a, b)이 있어 혼동되고 있다. 이처럼 行動에 관한 遺傳은 아직 초보적인 단계로서 많은 研究가 기대된다.

## 2. 遺傳力

1986년 현재 우리나라 獎勵蠶品種으로 지정되어 있는 16個 原種(Table 2)에 대하여 Robinson등(1949)의 分散分析法에 의한 遺傳力의 산출 결과 行動半徑에 대한 遺傳分散은 環境分散보다 높게 나타났으나, 幼蟲時期中 行動半徑의 遺傳力이 가장 큰 시기는 3齡期로서 0.84였고, 다음은 5齡(0.59), 蟻蠶(0.54), 熟蠶(0.52)期の 順으로서 대체로 50%를 넘는 높은 수준이었으며 3齡期の 遺傳力이 크게 나타난 것은 行動半徑이 매우 국한되어 있어 環境分散이 작은데 기인된 것으로 생각된다.

초파리의 走光行動에 대한 遺傳力에 대하여 Hardler(1964. b)는 人爲淘汰 實驗結果에 의하여 分散을 分割 遺傳力을 구한 결과 42.1%~68.8%의 범위였으며, 秋와 金(1982)은 Falconer(1977)의 回歸分析法에 의한 實質遺傳率( $h^2$ )을 구한 결과 6~18%의 낮은 범위였다 또한 Choo등(1984)은 같은 方法에 의하여 交配速度의

**Table 4.** Genetic variance ( $\sigma^2G$ ), Environmental variance ( $\sigma^2E$ ) and Heritability ( $h^2$ ) of walking distance in larvae

Variance	Larval stage			
	Newly hatched larvae	3rd instar	5th instar	Mature larvae
$\sigma^2G$	1.32	0.53	0.19	1.83
$\sigma^2E$	1.12	0.10	0.13	1.67
$h^2$	0.54	0.84	0.59	0.52

行動에 대한 遺傳力을 구한 결과 빠른 速度에 비하여 느린 速度가 높았고, 2.0~3.8% 범위의 낮은 遺傳率을 구한 바 있다.

實用形質의 遺傳力에 있어서도 蠶試報告(1986)에 나타난 바와 같이 調査者들 및 形質의 種類에 따라서 그 크기가 多樣(李 등, 1985)하다. 따라서 環境의 支配를 크게 받은 形質일수록 遺傳力의 推定은 年次나 場所, 氣象 등의 다양한 環境條件과 遺傳子의 相互作用 등을 고려한 연구가 이루어져야 할 것이다.

### 3. 行動半徑과 實用形質과의 關聯

#### 가. 遺傳關聯

누에의 行動半徑과 몇가지 實用形質과의 表現形關聯 遺傳關聯, 環境關聯을 알기 위하여 1986년 현재 우리나라 獎勵品種의 16개 原種(Table 2)에 대한 實用形質

을 調査하여 Table 5에 표시하였다. 그리고 各種 關聯의 분석결과 Table 6에서와 같이 대부분의 경우 遺傳關聯의 값이 表現形 및 環境關聯의 값보다 높았으며 齡期別로 분석하여 보면 다음과 같다.

蠶蠶의 行動半徑과 實用形質과의 사이에 正의 遺傳關聯이 인정된 형질은 1L의 고치수(고치크기)에 대한 형질이었고 負의 關聯이 인정된 형질은 收繭量, 單繭重, 繭層重에 대한 형질이었고, 그리고 蛹化比率와 催青부터 發蛾까지 사이의 日數 및 產卵數에 대한 형질은 有意성이 인정되지 않았다. 3齡의 行動半徑과 實用形質과의 關聯中正의 遺傳關聯이 인정된 형질은 고치의 크기와 催青부터 發蛾까지의 日數였으며 負의 遺傳關聯이 인정된 形質은 萬마리당 收繭量과 單繭重 및 繭層重에 대한 形質이었고 幼蟲기간과 蛹化比率 및 產卵數에 대한 형질은 有意성이 인정되지 않았다. 그리고 5齡의 行動半徑과 實用形質과의 사이에 正의 遺傳關聯이 인정된 것은 3齡과 같이 1L의 고치수와 催青부터 發蛾까지의 日數에 관한 형질이었고, 負의 關聯이 인정된 형질은 幼蟲期間과 收繭量, 單繭重 및 繭層重이었고, 蛹化比率와 產卵數는 有意성이 없었다. 한편 熟蠶期の 行動半徑과 實用形質과의 사이에는 어느 형질과도 有意성이 인정되지 않았다.

이상에서 본 바와 같이 蠶蠶, 3齡, 5齡의 行動半徑은 蛹化比率와 產卵數를 제외한 여러 實用形質과의 사

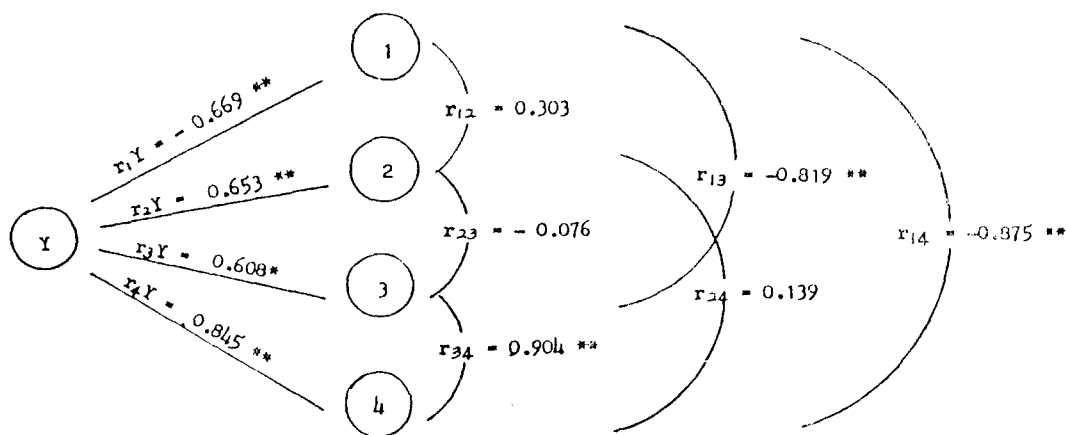
**Table 5.** Economic characters of the silkworm varieties

Varities	Larval duration (D. hr)	Pupation rate(%)	Cocoon yield per 10,000 larvae(kg)	No. of cocoon per 1l	single cocoon weight(g)	cocoon shell weight(cg)	Period from incubation to emergence (D. hr)	No. of egg laid per one moth
Jam 107	23.18	90.37	15.93	89.67	1.86	42.93	55.00	536.00
Jam 113	24.00	93.13	15.63	90.33	1.77	42.83	55.16	462.00
Jam 115	23.18	90.97	15.83	86.67	1.78	45.10	57.00	504.33
Jam 117	23.18	93.27	15.47	83.67	1.85	56.57	56.08	512.33
Jam 119	23.18	89.83	15.97	84.67	1.85	44.33	57.16	533.33
Jam 121	25.08	93.47	15.90	86.00	1.82	44.20	58.16	494.67
Jam 123	25.18	85.57	14.10	94.00	1.91	48.27	55.16	427.67
Hanseng 3	24.18	90.57	17.27	83.37	2.01	44.67	57.08	482.33
Jam 108	24.00	91.27	16.80	61.67	2.06	50.63	53.08	512.00
Jam 114	24.08	95.07	17.87	73.00	2.02	49.67	54.00	551.67
Jam 116	25.00	87.10	15.40	69.03	1.92	48.23	56.16	476.00
Jam 118	24.18	89.53	15.47	70.33	1.82	45.47	56.00	491.33
Jam 120	26.08	82.07	14.90	72.33	1.87	47.17	57.16	485.67
Jam 122	24.08	90.53	17.43	69.00	2.01	50.07	56.16	577.33
Jam 124	26.00	92.07	18.27	67.33	2.08	49.77	53.16	530.67
Hanseng 4	26.18	90.43	16.67	65.67	2.03	49.70	54.16	528.00
Means±SD.	24.18±1.05	90.35±3.22	16.24±1.17	77.90±10.32	1.92±0.10	47.48±3.62	55.16±1.51	506.58±36.77

**Table 6.** Phenotypic, genetic and environmental correlation between walking distance and economic characters in silkworm larvae

Larval stage		Larval duration.	Pupation rate.	Cocoon yield per 10,000 larvae.	No. of cocoon per 1l	single cocoon weight.	cocoon shell weight.	Period from incubation to emergence.	No. of egg laid per one moth.
Newly hatched larvae	$\gamma$ Ph	0.079	0.266	-0.160	0.510*	-0.420	-0.601*	0.101	-0.262
	$\gamma$ G	-0.455	-0.067	-0.568*	0.782**	-0.667**	-0.752**	0.388	-0.409
	$\gamma$ E	0.150	0.352	0.281	0.227	-0.110	-0.366	0.097	0.003
3rd instar	$\gamma$ Ph	0.021	-0.061	-0.348	0.633**	-0.275	-0.326	0.238	-0.325
	$\gamma$ G	-0.166	-0.263	-0.675**	0.898**	-0.681**	-0.563*	0.635**	-0.353
	$\gamma$ E	-0.007	0.133	0.194	0.137	-0.307	0.188	0.094	0.431
5th instar	$\gamma$ Ph	0.270	0.150	-0.172	0.459	-0.353	-0.502*	0.348	0.052
	$\gamma$ G	-0.744**	0.303	-0.669**	0.800**	-0.875**	-0.819**	0.779**	-0.342
	$\gamma$ E	0.073	0.236	0.036	0.196	-0.143	-0.177	0.095	0.293
Mature larvae	$\gamma$ Ph	-0.186	-0.160	0.010	-0.181	0.172	0.262	0.035	0.030
	$\gamma$ G	0.227	0.053	-0.143	-0.111	-0.075	0.170	0.289	-0.146
	$\gamma$ E	-0.110	0.011	0.060	0.089	0.068	0.084	-0.325	-0.120

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



**Fig. 6.** Diagram of genetic correlation between the characters

1: Walking distance of 5th instar. 2: Pupation rate. 3: Cocoon shell weight.

4: Single cocoon weight. Y: Cocoon yield.

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

이에 相關性이 인정되었지만, 熟蠶의 경우는 조사한 어느 형질과도 相關이 인정되지 않았다. 그리고 대체로 正의 相關이 인정된 형질은 고치의 크기와 催靑부터 發蛾까지의 日數에 대한 형질이였으며 負의 相關이 인정된 형질은 收繭量, 單繭量, 繭層重 등의 형질이였다. 이처럼 蠶繭으로부터 5齡까지의 行動半徑의 크기는 고치크기와 무게에 영향을 줌으로서 전체 收繭量결정요인으로 작용하였다. 즉 行動半徑이 큰 것은 고치가 작을 뿐 아니라 單繭重과 繭層重도 작게 함으로서 收繭量에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 그리고

生存期間의 길이와 行動半徑과의 관련은 蠶繭으로부터 5齡까지의 行動半徑과 幼蟲日數 및 催靑부터 發蛾까지의 일수에 대한 相關係數를 비교함으로써 서로 관련하고 있음을 알 수 있었다. 즉 幼蟲의 行動半徑, 특히 5齡의 行動半徑은 幼蟲日數와 負의 遺傳相關이 인정되었고, 3齡과 5齡의 行動半徑의 크기는 催靑期間 또는 蛹期間의 장단과 正의 遺傳相關이 인정되었다. 熟蠶의 경우 行動半徑이 각 형질과의 사이에 相關이 인정되지 않은 점은 營繭의 場所를 찾기 위한 本能的 行動이 매우 강하게 나타나기 때문인 것으로 생각된다.



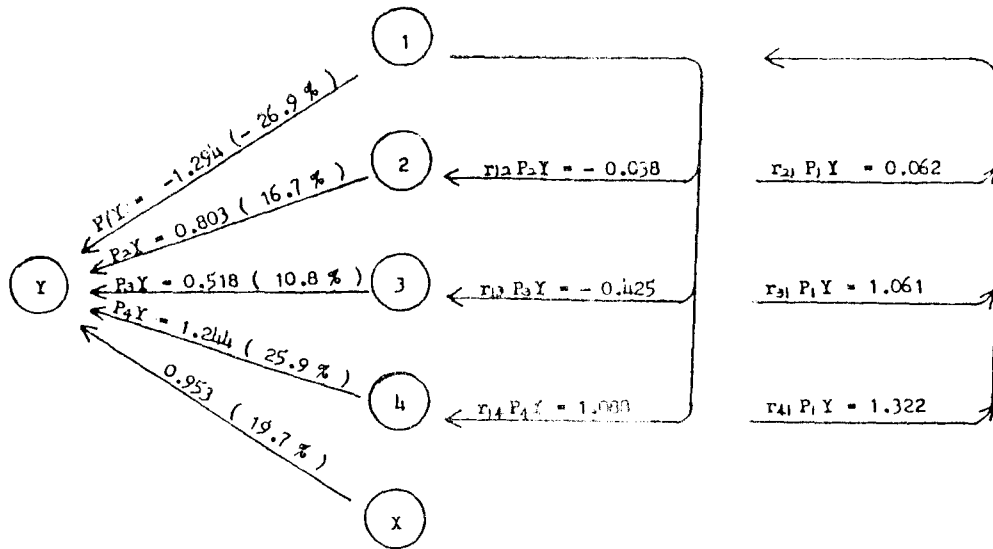


Fig. 7. Path-diagram of each character on the cocoon yield  
 1: Walking distances of 5th instar. 2: Pupation rate. 3: Cocoon shell weight  
 4: Single cocoon weight. Y: Cocoon yield. X: Residual  
 $P_n Y$ : Direct effect.  $r_{nn} P_n Y$ : Indirect effect.

收繭量과 관계있는 몇가지 實用形質들간의 遺傳相關을 Fig. 6에 표시하면 行動半徑(5齡)과 비교하여 보았다. Table 6 및 Fig 6에서 본 바와 같이 行動半徑과 收繭量과는 負의 相關이 인정되었다. 그리고 本實驗 供試品種 상호간의 實用形質의 遺傳相關에 있어서 有意性이 있는 것을 보면, 繭層重과 單繭重간의 相關( $r = 0.904$ )이 가장 높았고, 다음은 單繭重과 收繭量間( $r = 0.845$ ) 및 蛹化比率와 收繭量間( $r = 0.653$ )이었다.

#### 나. 行動半徑이 收繭量에 미치는 效果

어느 한 數量과의 관계를 단순한 相關관계로 표시하면 그 形質과 다른 形質間的 間接的 影響으로 인하여 그 형질이 직접 數量에 미치는 영향을 추정할 수 없다가 경우 回歸分析法를 적용하여 한 특정 형질에 다른 형질의 間接的 影響을 제거하고 그 특정 형질이 직접 數量에 미치는 영향을 실측할 수 있다(韓, 1963) 이와 같이하여 얻은 經路係數의 결과를 Fig. 7에 표시하였다.

收繭量에 미치는 行動半徑의 直接效果는  $P_1 Y = -1.294$  (-26.9%)로서 負의 관계를 보였고, 單繭重에 의한 間接效果( $r_{14} P_4 Y = 1.088$ )의 작용이 있음을 알 수 있으며, 또한 單繭重과 繭層重은 行動半徑에 의한 間接效果( $r_{41} P_1 Y = 1.322$ ,  $r_{31} P_1 Y = 1.061$ )의 작용에 의하여 收繭量에 영향을 미치고 있음도 추정할 수 있다.

複數의 形質에 있어서 一方의 形質의 증감에 따라 他方의 形質이 증감할 경우 形質間的 相關現象이 일어

나게 되는데 이러한 相關이 일어난 이유는 同一遺傳子의 多面發現과 遺傳子의 連關에 起因(大井等, 1970)되는 것으로 多面發現이나 連關이 있는 遺傳子의 形質發現에 관여하는 정도가 낮아진다면 그들 遺傳子數의 比率이 적어짐에 따라서 遺傳相關의 정도는 낮아지게 될 것이다. 따라서 遺傳相關을 높이는 것은 한쪽 形質의 選拔에 의하여 他方形質을 間接적으로 改良할 수 있는 가능성이 있는 것으로 농업의 각 분야에서 많은 연구가 시도되어 왔다(Hwang, 1978. 李와 張, 1983. Ohh, 1984. Sang, 1985).

누에의 경우는 齊尾(1985)에 의하여 經過日數와 몇가지 實用形質間的 遺傳相關과 環境相關이 분석된데 이어 大井等(1970)은 實用形質의 系統間 變異와 親子 相關을, 그리고, 河野는 交雜原種과 4元雜種間에 있어서 여러 實用形質의 相關이 있음을 인정하였고 山本等(1983)은 產卵數와 單繭重 및 繭層重과의 관계에 대하여, 그리고 榎島等(1984, 1985)은 繭層의 練減率과 單繭重 및 繭層重과의 相互關係를 分析한 결과 정도의 차이는 있지만 대체로 正의 相關이 있음을 인정 하였다.

이상은 實用形質間的 相關을 분석한 내용이지만 實用形質과 거리가 먼 形質과의 相關을 연구하는 것도 育種의 측면에서 形質의 改良에 도움이 될 것이다. 朴(1962)은 卵紋數와 單繭重 및 繭層重間에 負의 相關이 있음을 인정하였고, 山本와 蒲生(1976 a, b)는 食下量

과 消化量에 대하여 親子回歸法에 의한 遺傳力을 구하고 이들 形質과 單繭重 및 繭層重 사이에 正의 상관 있음을 인정한 바 있다. 한편 초파리의 경우에 있어서도 走光性行動이 體重 및 體長에 관련되고 있음이 大島(1974)에 의하여 밝혀졌고 秋와 韓(1987)에 의하여 羽化時間의 長短이 産卵力과 관계되고 있음이 밝혀졌다.

品種改良의 대상형질은 주로 衆多遺傳子에 의하여 지배되는 量的形質이며, 이들 量的形質은 遺傳的 變異와 環境的 變異가 集團內에 동시에 일어나므로 形質發現의 變異가 매우 크다. 더욱이 누에의 育種은 目標로 하는 형질이 너무 다양하고 Fig. 에서와 같이 비록 目標로 하는 하나의 形質이라 하더라도 여러 形質들이 동시에 관여하는 물론, 앞에서 論한 바와 같이 環境의 영향을 많이 받는다. 따라서 遺傳的 變異와 環境的 變異에 의하여 어느 정도로 表現形이 支配되는가에 대하여 다양한 研究결과에 의한 分析으로서 總合價値를 높여야 할 것이다. 실제로 이들의 遺傳分析은 品種育成에 도움이 되는 많은 정보의 제공과 더불어 연구가 진행되어야 하며, 그러한 연구를 기초로 하여 選拔指針을 마련해야 할 것이다. 그리고 行動과 같은 形質은 遺傳相關에 대하여 비교적 민감도가 낮다고 생각되지만 育種計劃이나 수법에 대해 객관적인 정보를 제공하여 주는데 도움이 될 것으로 생각된다.

#### IV. 摘 要

本 研究는 누에幼蟲의 行動反應性에 관한 것으로서 行動反應이 가장 敏感한 黃色紙에서의 行動半徑에 대한 遺傳 및 行動半徑과 實用形質과의 遺傳相關과 經路係數를 分析하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 行動半徑이 큰 品種과 작은 品種을 交雜한 F<sub>1</sub>世代 및 F<sub>2</sub>世代的 行動半徑은 兩親間 行動半徑의 平均値보다 작았다. 따라서 누에 行動半徑은 작은 것이 큰 것에 비하여 部分優性임을 추정할 수 있다.

2. 分散分析法에 의하여 추정된 누에幼蟲의 行動半徑에 대한 遺傳力의 범위는 52~84%였다.

3. 蟻蠶과 3齡 및 5齡의 行動半徑과 몇가지의 實用形質間에 相關이 인정되었다. 行動半徑과 1L당 고치수 및 催青부터 發蛾까지의 日數사이에 正의 遺傳相關이 인정되었고, 行動半徑과 收繭量, 單繭重 및 繭層重間에는 負의 遺傳相關이 인정되었다.

4. 行動半徑이 收繭量에 미치는 효과를 알기 위하여 經路係數에 의한 분석결과 收繭量과는 負의 直接效果

가 있었고, 單繭重 및 繭層量과는 正의 間接效果가 있음을 추정하였다.

#### 引 用 文 獻

- Anonymous, 1986, Results and scopis in silkworm breeding. Sericultural experiment station, Suwon. p.49-53,
- Choo, J.K. 1975. Genetic Studies on walking behavior in *drosophila melanogaster*. I, Selection and hybridization analysis. Can. J, Genetic. Cytol. 17:535-542.
- Choo, J.K. 1980. Genetic Studies on Walking behavior in *drosophila melanogaster*, II, Correlated response: Fecundit and mating speed. Korean J. Genetics, 2: 19-28.
- 추종길, 김유창, 1982. 항류분배 장치에 의한 초파리의 주광성 행동에 관한 유전학적 연구. 1. 인위도태 및 잠종분석. Korean J. Genetics, 4:79-91.
- 추종길, 허미경, 조태연, 1984. 초파리의 배우행동에 관한 유전학적 연구: Mating speed의 인위도태와 양적형질과의 상관, Korean J. Genetics, 6(3):144.
- 추종길, 한영주 1987. 초파리의 우회리듬에 관한 유전학적 연구: 방향성 도태 및 산란력과의 상관반응, Korean J. Genetics. 9(1):38-41.
- Dewey, D.R., and K.H. Ru., 1950. A Correlation and path Coefficient analysis of components of Crested wheat grass seed production. Agron J, 51:515-518.
- Dobzhansky, Th., For, Mem, R.S. and B, Spassky., 1962. Effects of selection and migration on geotactic and phototactic behavior of *Drosophila* I. Proc. Roy. Soc. B, 168:27-47.
- Dobzhansky. Th. 1969, Effects of selection and migration and geotactic and phototactic behaviour of *Drosophila* II. Proc. Roy. Soc. B, 173:191-207.
- Dobzhansky, T.H., 1972. Genetics and diversity of behavior. Amer. Psychologist. 27:523-530.
- 榎島守利・清水文信・山本俊雄・清水久仁光・藤養忠産 藤森胡友(1984), 保存蠶品種における量的諸形質の品種特性(2), 繭層の練感率とワウジネスの品種特性ならびにそれらの形質と繭重・繭層重との相關關係, 蠶試彙報, 120:99-112.
- 榎島守利・山本俊雄・清水久仁光・清水文信, (1985), 保存蠶品種における量的形質の品種特性(3), 繭形と繭の計量形質との相關關係, 蠶試彙報, 124:35-45.

- Falconer, D.S. 1977. Introduction to quantitative genetics. Oriver and Boyd. Longman group limited: 165-185.
- Hadler, N.M., 1964 b Genetic influence on phototaxis in *Drosophila melanogaster*. Bio. Bul, 126:264-273.
- Hadler, N.M., 1964b. Heritability and phototaxis in *Drosophila melanogaster*. Genetics, 50:1269-1277.
- 韓相駟, 1963. 大豆收量에 關여하는 主要形質間의 相關關係와 그들 形質이 收量에 미치는 影響, Seoul univ. J(B) 13:70-76.
- Hirsch, J. and C. Boudreau, 1958. Studies in experimental behavior genetic I. The heritability of phototaxis in a population of *Drosophilla melanogaster*. J. Comp. physiol. psychol, 51:647-651.
- Hirsch, J., 1959. Studies in experimental behavior genetics, II. Individual differences in geotaxis as a function of chromosome variation in synthesized *Drosophila* populations. J. Comp. physiol. psychol. 52:304-308.
- Hirsch, J. and Erlenmeyer-Kimling., 1962. Studies in experimental behavior genetics. IV. Chromosome analysis for geotaxis. J. Comp. Physiol. psychol. 55:732-739.
- Hwang, Jae-moon., Byoung-Yil, Lee., 1978. Studies on some horticultural characters influencing quality and yield in the pepper (*Capsicum annum L*), II. Correlation and selection. Jour. Kor. Soc. Hort. Sci. 19(1):48-55.
- 河野義徳・大館代喜子, 1983. 家蠶の原種交雜種および四原雜種の間における實用形質の相關關係について, 蠶絲研究, 126:36-47.
- 神徳興甫, 村上熙雄, 1975. カイエ幼蟲期の走光性に關する系統間に差異について. 生物環境調節, 13:95-103.
- 小泉二郎, 1950. 光線に對する蠶の行動, 日蠶雜, 19(5):417-421.
- 小泉二郎, 松田洋子, 1960 蠶座における蠶兒の水平的移動, 蠶絲研究, 36:3-12.
- 小泉二郎, 久保田重郎, 松田洋子, 1961 a, 5-化の前後における家蠶の光感受性, 蠶絲研究, 37:29-36.
- 小泉二郎, 1961b, 蠶座におする光に對する順應現象, 蠶絲研究, 37:37-41.
- 小泉二郎, 橋詰強, 小針洋子, 1963. 熟蠶の行動, 蠶絲研究, 45:12-19.
- 小泉二郎, 橋詰強, 小針洋子, 1963. 熟蠶の走光性, 蠶絲研究, 47:51-58.
- 小泉二郎, 橋詰強, 1964. 蠶座における光に對する順應數象, III 明順應における照度と時間との關係, 蠶絲研究, 49:13-14.
- 小泉二郎, 高野幸治, 柳川弘明, 1965a, 熟蠶の背地性, 蠶絲研究, 54:15-20.
- 小泉二郎, 高野幸治, 柳川弘明, 1965b. 氣流と蠶の移動, 蠶絲研究, 57:1-7.
- 小泉二郎, 高野幸治, 柳川弘明, 1965c. 家蠶幼蟲の走地性, 蠶絲研究, 57:8-12.
- 小泉二郎, 高野幸治, 柳川弘明, 1966a. 家蠶の光波長感受性 I. 熟蠶の光波長感受性, 蠶絲研究, 61:94-99.
- 小泉二郎, 橋詰強, 1966b. 家蠶の光波長感受性 II, 蠶座と紫外線, 蠶絲研究, 61:100-107.
- 小泉二郎, 柳川弘明, 高野幸治, 1966c. 家蠶の光波長感受性 III, 可視域光波長に對する蠶の感受性の品種的差異 (1), 蠶絲研究, 61:108-111.
- 小泉二郎, 柳川弘明, 高野幸治, 1967. 家蠶の光波長感受性 IV, 可視域光波長感受性可視域光波長に對する蠶の感受性の品種的差異 (2), 蠶絲研究, 62:12-18.
- 李廷徳, 張權烈, 1986. 煙草(*N. tabacum L*)의 韓國在來種과 Orient種에 대한 量的形質의 遺傳分析 III, 遺傳力, 形質間相關, 徑路係數 및 選抜指數, 韓育誌 18(1):6-13.
- 李相豊, 洪起源, 金啓明, 孫報旭, 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, 宮原達南, 山下熙弘, 1970. 家蠶の交雜育成初期世代における各種實用形質の系統間變異, 親子相關なちびに形質間相互關係の分析, 蠶試彙報, 39:39-49.
- 大井秀夫, 1981. 遺傳力と形質の相互關係, 蠶絲科學と技術, 20(4):66-69.
- Ohh, bong-k., Sea-H, Sohn and Jeong-K, Lee, 1984. Heritabilities of certain immature bod measurements and theirs relationship with milk production in Dairy cattle. Korean J. Anim Sci. 26(7), 581-587.
- 大島長造, 1974. 昆蟲の行動と適應, 遺傳學と生態官の接點を目標として, 培風館: 51-53.
- 朴光義, 1962. 蠶卵의 斑紋數와 他 計量形質과의 遺傳相關과 環境相關에 關한 研究, 韓蠶雜 2:41-47.
- 朴年圭, 李海濱, 1987. 家蠶幼蟲의 行動反應性에 關한 研究, I, 行動半徑에 미치는 色調의 影響, 昆學紙, 17(3):161-170.
- 朴年圭, 1987. 家蠶幼蟲의 行動反應性에 關한 研究,

- Ⅱ, 行動半徑에 대한 品種間 差異, 韓蠶雜齊, 29(2): 15-23.
- Prokopy, R.J. and E.D. Owens, 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. *Ann. Rev. Entomol.* 28:337-364.
- Robinson. H.F., R.E. Comstock and P.H. Harvey., 1949. Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. *Agron. J.* 41:353-359.
- Robinson. H.F., R.E. Comstock and P.H. Harvey., 1951. Genetic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agron. J.* 43: 282-287.
- Sang. B.C., B.S. Ann, M.K. Park, T.J. Park, M.S. Kang, J.G. Lee and S.H. Chee., 1985. Estimates of heritabilities and genetic correlations on pestweaning traits in swine. *Korean J. Anim. Sci.* 27(6): 339-341.
- 尾幹二郎, 1958. 家蠶の量的形質間の遺傳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.
- 清水勇, 1981. カイエの走光性行動に関する研究 I, 蠶蠶の走光性の適應的意味, 生物環境調節, 19(2):41-49.
- 山本俊雄, 蒲生卓磨, 1976a. カイコにおける飼料効率の向上に関する育種學的研究 I, 人工飼料育における食下量, 消化量消化率および數種の計量形質の相關關係, 日蠶雜, 45(1):81-86.
- 山本俊雄, 蒲生卓磨, 1976b. カイコにおける飼料効率の向上に関する育種學的研究, II, 選抜初期世代における食下量, 消化量および消化率の遺傳率, 日蠶雜, 45(2):111-114.
- 山本俊雄, 清水文信, 藤卷忠彦, 清水久人光, 藤森胡友, 榎島水利, 1983. 保存蠶品種における量的諸形質の品種特性 (1) 産卵數の品種なちびに他の數の量的形質との關係, 蠶試彙報, 118:19-33.