

누에의 熟蠶體重과 産卵性에 대한 遺傳分析

鄭 元 福
東亞大學校

Genetic Analysis for Weight of Matured Silkworm and Number of Eggs Laid in Hybrid Population of the Silkworm, *Bombyx mori*

Won Bog Chung

College of Agriculture, Dong-A University, Pusan, Korea

Abstract

The genetics analysis for weight of matured silkworm(WMS) and number of eggs produced per moth(NEM) was studied by the seven parents diallel. Mean squares of additive effect, dominant effect, maternal effect and reciprocal effect were significant for two characters observed. The component of genetic variance analysis for WMS and NEM showed that dominant effect was higher than additive effect. Narrow sense heritability(h^2 's) estimates were 0.773 and 0.228, in the WMS and NEM. The estimate of broad sense heritability(h^2 'bs) value was higher than that of h^2 'ns because of the low importance of dominance effect. Incomplete dominance was shown by Vr-Wr graphic analysis in the weight of matured silkworm and overdominance in the number of eggs produced per moth. In general combining ability effect, Jam 107 and Jam 124 was showed positively high for WMS and Jam 107 and S1 was expressed positively high for NEM. In specific combining ability effect, hybrids in S1×C51, S1×Jam 124 and Jam 107×Jam 108 were exhibited positively high for WMS and Jam 107×N63, S1×C51, N74×Jam 108 and Jam 107×Jam 108 were found positively high for NEM.

Key words : Silkworm, diallel analysis, combining ability

緒 論

品種은 農業生産에서 중요한 역할을 하며 蠶繭生産의 분야에서도 優良品種의 育成에 따라 生産性的向上과 繭絲質의 改良이 漸進되어 蠶絲業의 振興에 크게 寄與하여 왔다. 그러므로 品種의 改善은 蠶絲業 중에서 중요한 부분의 하나이다. 누에의 産卵性도 品種改良이 첫째 條件이라고 생각되나 이에 관한 遺傳的 解析은 그리 많지 않다. 産卵數에 대한 遺傳的 解析은 鄭·金(1991)이 누에 6品種으로 二面交配하여 F₁세대에 대한 組合能力과 形質相互間의 相關關係에 대하여 報告한 바 있고, 渡部(1959, 1961)는 交雜 F₁의 蠶卵은 Heterosis 현상을 보인다고 하였다. 또 江口

등(1985)은 F₁세대에서, 山本·榎島(1984)는 F₂세대에서 각각 산란수에 대한 유전력을 구한 결과 그 값은 낮았다고 보고한 바 있다. 高崎(1968)는 繭質向上에 逆比例하는 것은 産卵性和 孵化比率이라고 하였다. 누에 品種育成 중에서 多絲量化를 위해 繭層比率을 높일수록 産卵性이 낮아지는 경향이 있다. 이와 같이 繭層을 많게 하는 동시에 産卵數를 증가시키는 選發은 어렵다. 産卵性은 細胞質遺傳을 하므로 産卵數가 많은 原種을 母親으로, 産卵數는 다소 부진하나 繭層比率이 높은 原種을 父親으로 交配하여 交配原種으로 작성하고 多元交雜으로 繭層比率의 증가와 함께 産卵數를 증가시키는 방법이 이용된다.

본 시험은 熟蠶體重과 産卵數에 대한 遺傳現像을

Table 1. Silkworm rearing and breeding lines used in the study

Parent no.	Rearing or breeding line	Origin	Body color	Blood	Cocoon color	Cocoon type
1	N74	Japan	Marked	White	Green	Almond
2	S1	Japan	Plain	White	White	Peanut
3	Jam 107	Japan	Marked	White	White	Peanut
4	Jam 108	China	Plain	White	White	Egg
5	C51	China	Marked	White	White	Egg
6	N63	Japan	Marked	White	White	Peanut
7	Jam 124	China	Plain	White	White	Egg

究明할 目的으로 누에 7개 品種을 二面交配하여 이들 親品種과 雜種集團을 遺傳分析한 結果 몇 가지 結論을 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗에 提供한 누에 品種의 特性은 表 1과 같이 日本鍾 4系統과 中國鍾 3系統의 7個 交配親을 1991년 春蠶期에 飼育, 二面交配로 採種·冷藏하여 두었다가 1991년 8월 18일에 冷藏浸酸種으로서 交配親과 F₁ 世代를 供試하였다. 飼育은 일반 관례에 準하였고 壯蠶期, 上簇期 및 發蛾管理는 각구 혼합방지를 위 하여 잠박에 뚜껑을 덮었다. 熟蠶體重은 F₁ 世代의 適熟蠶을 測定하고, F₂ 世代의 産卵數 調査는 F₁ 世代를 自殖시킨 나방이 産卵한 蛾區를 計數하였다.

유전자의 분포상태와 우성정도는 Hayman(1945a, b)과 Jinks(1954, 1955)의 방법에 의하여 분석하였고, 조합능력의 검정은 Griffing(1956a, b)의 조합능력 검정법에 의하여었다.

結果 및 考察

正·逆交配에 의한 전체의 분산에서 相加的 효과, 優性 효과, 細胞質 효과 및 正·역간의 效果를 구명 하고자 각 조합별로 분할하여 분산 분석한 結果는 표 2와 같다. 상가적 效果, 우성 效果, 세포질 效果, 正·역간의 效果는 熟蠶體重과 産卵數의 두 형질에서 유 의하였다. 품종들에 대한 Vr, Wr값을 산출하여 각 형질에 따른 공시 품종에 있어서 관여 유전자의 분 포상태를 보기 위해 親의 평균치의 분산, 각 行의 측정치의 분산, 親子間의 공분산 등을 산출하여 Vr-Wr graph를 그려본 바 그 結果는 그림 1과 같다. 그림 1에서 숙잠체중은 회귀직선의 원점 위로 통과함으로 서 불완전 우성으로 유전되었다. 품종의 분포상태는 7(잠 124)과 4(잠 108)의 품종이 왼쪽 아래의 우성대에

Table 2. Analysis of variance for weight of matured silkworm and number of eggs produced per moth in the seven parents diallel cross of silkworm

Item	df	Character ^a	
		WMS (F ₁)	NEM (F ₂)
Block	2	0.030**	0.015 _{ns}
Genetic effect			
additive	6	7.658**	2.496**
dominant	21	0.588**	1.806**
maternal	6	0.245**	0.462**
reciprocal	15	0.225**	1.223**
Error	96	0.005	0.029

**Significant at P=0.01.

^a WMS, weight of matured silkworm; NEM, number of eggs produced per moth.

위치하여 우성 유전자를, 2(S1) 품종은 오른쪽 위의 열성대에 위치하여 열성 유전자를 각각 많이 가진 것으로 추정된다. 또 회귀계수 $\bar{Y}=0.114+0.520X$ 가 완전 우성의 경우(원점을 통과하는 회귀계수 1의 직 선)보다도 상부에 있으므로 이 형질에서는 우성 유 전자보다도 相加的 效果가 크기 때문에 不完全 優性 으로 유전된다고 평가할 수 있다. 산란수는 회귀직 선이 원점 아래로 통과함으로서 F₂ 세대가 양친에 비하여 초우성으로 유전되고, 4(잠 108), 2(S1), 7(잠 124) 품종이 우성대에 위치하여 유전자를 많이 가진 것으로 추정되며 6(N63), 1(N74), 5(C51), 3(잠 107) 품종은 열성대에 위치하여 열성 유전자를 많이 가진 것으로 추정된다. 회귀계수 b값도 1.181로서 높아 비 대립 유전자의 相互作用(epistasis)이 없을 것으로 평 가된다.

각 형질에 대한 분산성분으로 분산비를 구하여 이 들의 값으로 유전현상을 분석한 바 그 結果는 표 3과 같다. F₁의 숙잠체중은 우성 效果인 H₁, H₂값이 상가적 效果인 D값보다 높았다. 兩親의 優性·劣性 遺傳子의

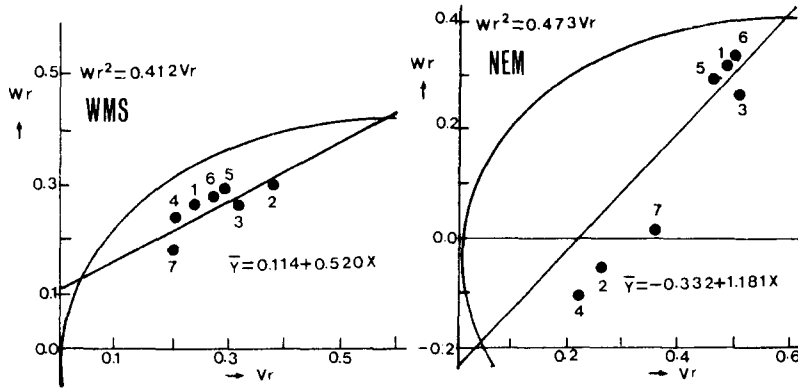


Fig. 1. Vr, Wr graph of the seven parents diallel analysis for weight of matured silkworm(WMS+) and number of eggs produced per moth(NEM+).

1, N74; 2, S1; 3, Jam 107; 4, Jam 108; 5, C51; 6, N63; 7, Jam 124 †F₁ generation; ‡F₂ generation.

Table. 3. Genetic components of variation for weight of matured silkworm and number of eggs produced per moth in the seven parents diallel cross of silkworm

Notation	Character ^a	
	WMS (F ₁)	NEM (F ₂)
D	0.406	0.443
H ₁	0.466	1.426
H ₂	0.414	1.338
F	-0.207	0.315
E	0.005	0.029
H ₁ /D	1.071	1.793
H ₂ /4H ₁	0.250	0.250
h ² bs	0.986	0.936
h ² ns	0.773	0.228
F _n -P̄	0.660	1.050

^a WMS, weight of matured silkworm; NEM, number of eggs produced per moth.

평균빈도(H₂/4H₁)는 0.250으로서 50 : 50으로 매우 안정된 값을 보여 우성과 열성 유전자가 비교적 고르게 분포되어 있다. 廣義의 遺傳力과 협의의 유전력은 0.986, 0.773으로서 대체로 높았다. 우성의 방향은 0.660으로서 正이었다.

F₂ 세대의 産卵數는 相加的 효과인 D값보다 우성 효과인 H₁, H₂값이 높았고, 양친의 우성·열성 유전자의 평균빈도가 0.250으로서 우성·열성 유전자의 분포가 비교적 고루 분산되어 매우 안정된 遺傳樣相을 보였다. 광의의 유전력은 0.936으로 매우 높으나 상가적 효과인 狹義의 유전력이 0.228로 낮은 수치를

보였다. 우성의 방향은 1.050으로서 正이었다.

이러한 결과는 江口 등(1985)은 6개 품종으로 二面交配에 의하여 산란수에 대한 유전성을 분석한 결과에서 산란수는 狹義의 유전력은 낮았으나 遺傳樣式은 초우성으로 표현된다는 보고와 유사한 경향이 었다.

유전자의 상가적 작용에 의한 교배친의 一般組合能力(gca)과 非相加的 作用인 Heterosis 등에 의하여 발현될 수 있는 교배조합간에서 나타나는 特定組合能力(sca)의 효과는 표 4와 같다.

숙잠체중에서 7개 품종 중 一般組合能力의 효과는 7(잠 124) 품종과 3(잠 107) 품종이 각 正의 방향으로 높았다. 산란수는 2(S1)품종에서 一般組合能力의 효과가 높으므로 이 품종은 산란수의 증가에 주요할 것으로 추정된다. 교배조합간에서 나타나는 特定組合能力의 효과는 熟蚕體重에서 S1×C51(2×5)조합, S1×잠 124(2×7)조합, 잠 107×잠 108(3×4)조합, N74×잠 108(1×4)조합이 각각 正으로 높았다. 産卵數는 잠 107×N63(3×6)조합, S1×C51(2×5)조합, N73×잠 108(1×4)조합, 잠 107×잠 108(3×4)조합이 각각 正으로 높았다. 특히 이들 중에서 S1×C51(2×5)조합은 숙잠체중과 산란수를 증가시킬 수 있는 조합이라고 생각된다.

江口 등(1985)은 産卵性에서 一般組合能力과 特定組合能力이 인정된다는 것은 親品種의 영향을 강하게 받는 것이라고 하였다. 그러므로 多元雜種의 이용에는 산란성이 좋은 우수한 組合能力을 가진 交雜原種을 선발하게 되면 산란성을 향상시킬 수 있다고 평가하였다. 그러나 산란성에는 산란수가 많은 우수 유전자와 산란수가 적은 열성 유전자가 관여하므로

Table. 4. General combining ability(gca) and Specific combining ability(sca) effects in weight of matured silkworm †(upper figure) and number of eggs produced per moth ‡(lower figure) in the seven parents diallel cross of silkworm

Parent ^a	gca	sca					
		2	3	4	5	6	7
1	-0.937	-0.129	-0.314	0.281	0.215	-0.172	0.172
	-0.102	0.250	-0.354	0.530	0.565	-0.439	0.425
2	0.167		0.032	0.201	0.339	-0.010	0.310
	0.395		0.222	-0.379	0.959	-0.062	-0.523
3	0.279			0.292	0.195	0.254	0.159
	0.216			0.503	-0.261	1.350	0.038
4	0.056				-0.431	0.238	-0.004
	0.050				-0.988	0.137	0.566
5	-0.052					0.086	0.206
	-0.322					-0.060	0.338
6	0.133						0.094
	-0.160						0.303
7	0.352						-
	-0.078						-
SE	0.164			0.058			
	0.091			0.116			

^a1, N74; 2, S1; 3, Jam 107; 4, Jam 108; 5, C51; 6, N63; 7, Jam 124 †F₁ generation; ‡F₂ generation.

이 형질은 선발에 의한 우량 유전자를 homo 형으로 고정시키는데 상당한 育種年限이 필요할 것이라고 평가 하였다. 鄭·金(1991)은 F₁ 세대의 산란수에 대한 유전력은 廣義의 遺傳力이 74.72%로 높았다고 하였다. 渡部(1961)는 1蛾의 평균 산란수에서 교잡 F₁은 산란수가 현저히 증가하여 Heterosis의 直接的 영향을 받는다고 하였다. 山本·榎島(1984)는 親子間의 回歸分析法에 의해 누에 F₂ 집단에서 산란수의 遺傳力은 일본종×일본종이 0.146+0.129, 중국종×중국종이 0.178+0.174의 遺傳力을 얻었다고 한다. 이러한 보고로 보아 누에 산란수의 유전력은 交配組合, 飼育環境 및 세대에 따라 유전적 발현도가 각각 달리 표현되므로 여러 시험을 종합하여 평가되어야 할 것으로 믿는다. 특히 산란수는 잠종생산의 기초 형질로 견질 및 사질과 함께 유전적 parameter를 파악하여 이들 형질과 相關關係를 究明해 볼 필요가 있다고 생각된다.

摘 要

누에 7개 품종을 二面交配하여 F₁ 세대의 熟蠶體重과 F₂ 세대의 산란수에 대한 遺傳分析의 결과는 다음과 같다.

분산분석의 결과에서 遺傳的 效果인 相加的 效果, 優性 效果, 母體 效果 및 정역간의 效果는 熟蠶體重과 산란수에서 모두 유의하였다. 숙잠체중과 산란수는 우성 效果가 相加적 效果보다 컸고, 廣義의 유전력은 숙잠체중과 산란수에서 각각 0.986, 0.936으로 높았다. 協의의 유전력은 熟蠶體重在 0.773으로 높았으나 산란수는 0.228로 낮았다. Vr-Wr graph에서 숙잠체중은 불완전 우성이고, 산란수는 초우성의 유전현상을 보였다. 일반 조합능력의 效果에서 숙잠체중은 잠 107과 잠 124의 품종이, 산란수는 S1이 각각 그 效果가 정으로 컸다. 特定組合의 效果에서 숙잠체중은 S1×C51 조합, S1×잠 124 조합, 잠 107×잠 108 조합이 각각 정으로 높은 效果를 보였다. 산란수는 잠 107×N63 조합, S1×C51 조합, N74×잠 108 조합, 잠 107×잠 108 조합이 각각 正으로 높은 效果를 보였다.

引 用 文 獻

鄭元福·金京泰 (1991) 누에 F₁의 量的形質에 있어서 組合能力과 形質相互間의 相關. 東亞論叢 28: 101-112.
江口良橋·涉川明限·嶋期 旭 (1985) 二面交雜による産卵數, 孵化歩合の遺傳分析. 日本蠶絲學會 第55回 學術講演要旨集 303(P. 41).

- Griffing, B.** (1956a) Concept of general and specific combining ability in relationship to diallel crossing system. *Australian J. Bio. Sci.* **9**: 462-493.
- Griffing, B.** (1956b) A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity* **10**: 31-50.
- Hayman, B. I.** (1954a) The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics* **10**: 235-244.
- Hayman, B. I.** (1954b) The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* **39**: 787-809.
- Jink, J. L.** (1954) The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics* **39**: 767-786.
- Jink, J. L.** (1955) A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel cross. *Heredity* **9**: 223-238.
- 高崎恒雄** (1968) 家蠶におけるヘテロ-シスの育種的研究. 育種學最近の進歩 **9**: 47-55.
- 渡部 仁** (1959) 家蠶の正反交雑における體重のヘテロ-シスについて. 日本蠶絲學雜誌 **28**(6): 352-357.
- 渡部 仁** (1961) 家蠶の産卵性におけるヘテロ-シスについて. 日本蠶絲學雜誌 **30**(4): 345-350.
- 山本俊雄・榎島守利** (1984) カイユの雑種にF₂集團における産卵數の遺傳力の推定. 日本蠶絲學雜誌 **53**(1): 85-86.