

家蠶의 바이러스性 軟化病에 대한 抵抗性 遺傳樣式

金 權 榮* · 李 浩 柱** · 姜 錫 權***

*農村振興廳 蠶業試驗場 · **江原大學校 自然科學大學 · ***서울大學校 農科大學

Inheritance of Resistance to Flacherie Virus in the Silkworm, *Bombyx mori* L.

Keun Young Kim*, Ho Zoo Lea** and Seok Kwon Kang***

*Sericultural Experiment Station, Office of Rural Development, Suweon 170, Korea

**College of Natural Science, Kangweon National University, Chuncheon 200, Korea

***College of Agriculture, Seoul National University, Suweon 170, Korea

SUMMARY

Flacherie virus (FV) is an important pathogen in the silkworm, which often gives serious damage to farmers for cocoon production. The inbred parents and F₁'s from an eight-parent diallel were examined to determine the inheritance of resistance to flacherie virus in the silkworm. Three resistant (R), two intermediate (M) and three susceptible (S) inbreds were used in the diallel with no reciprocals. Mean resistance was measured by survival rates of larvae which were fed on mulberry leaves sprayed with diluted mid-gut homogenate of FV infected larvae. Broad-sense heritability was obtained according to inbreds and F₁ family performance. Estimation of general (GCA) and specific combining ability (SCA) was made according to Griffing's Model 1, Method 2.

Mean FV resistance of F₁ family displayed additive effect of the major gene, while heterotic effect was not significant. Considerable variation in FV resistance within F₁ groups of R×S and S×S indicated that action of minor genes for FV resistance may have been involved. FV resistance of inbreds per se and predominant effect of the major gene over minor gene(s) satisfactorily predicted the FV resistance of the hybrids. Broad-sense heritability value of FV resistance on the basis of F₁ family performance averaged 93%, which suggested that environmental effects might have not been important in this experiment.

GCA was highly significant for FV resistant among inbreds. GCA effect of 13.1 in Jam 108 was highest and -17.7 in Gyeongchu lowest. Effective selection for high FV resistance would be possible, using inbreds with high GCA effect and low GCA variance. SCA was significant among hybrids. High SCA effect in the hybrid of Geumho×Mudeung (13.7) and Hansaeng #4×Jam 115 (11.6) indicated that the interaction effect of minor genes for resistance to FV in the silkworm could be exploited by standard silkworm breeding procedures.

緒 言

바이러스性 軟化病은 家蠶에 가장 많은被害를 주는 병이며, 單鎖 RNA의 核酸을 含有한 直徑 約 27nm의

球形으로 된 바이러스(Flacherie Virus; 이하 FV로 略함)에 의하여 發生한다. 本病은 最初 Paillot(1929)에 의하여 바이러스에 의한 病이라고 지적된 이래 山崎等(1960) 및 鮎澤等(1964)에 의하여 FV가 確認되기까지는 長期間 生理的 障 碍로 인하여 發生된다고 생각되

어 왔다. 그후 川瀨等(1967) 및 여러 學者들에 의해 바이러스의 物理化學的 性狀이 究明됨에 따라 본 바이러스는 picorna 바이러스에 屬함이 判明되었다.

本病的 抵抗力에 관해서는 品種間에 顯著한 抵抗力의 差異가 있으며(山崎等 1960.; 梁地, 鳥浜 1963; 西城, 小池 1964, 1965 및 樺澤等 1964), 一般의 中國種系統이 抵抗力이고, 반면 日本種系統은 感受性を 나타내는 것으로 밝혀졌다.(宇治, 有賀, 1966, 市岡, 丸山 1970, 渡部等 1974). 특히 大井等(1967)은 51個의 蠶品種에 대하여 調査한 結果, FV 抵抗力과 高溫多濕에 대한 抵抗力間에는 正의 相關이 認定된다고 했으며, 또한 梁地, 鳥浜(1963, 1965) 및 渡部等(1974)은 FV 抵抗力과 核多角體 바이러스 및 細胞質多角體 바이러스의 抵抗力間에는 相關關係가 없으며, 따라서 이들 抵抗力 機構는 相異한 것으로 推測된다고 報告하였다. 그리고 井上(1974)의 報告에 의하면 罹病中腸組織의 細胞更新의 要因으로서 抵抗力을 關聯시켜서 소위 發病抵抗力에 의하여 本病的 抵抗力 및 感受性系統이 明確하게 區分된다고 밝혔다. 또한 船田(1968, 1973)는 上記 抵抗力의 遺傳樣式에 대하여 調査檢討한 結果, 單純完全劣性遺傳을 한다고 示唆하고 있다. 이와 관련하여 金等(1978) 및 李等(1979)의 獎勵品種의 原種 및 交雜種에 대한 抵抗力 檢定結果를 보면, 交雜種은 兩原種의 中間值의 抵抗力을 나타내는 相加的인 傾向이 보인다. 이와같은 上記 研究報告들을 綜合檢討해 보면 本病的 遺傳樣式은 아직 解明되었다고 볼 수 없다고 推察된다.

本病이 蠶繭增産에 막대한 被害를 주는 要因으로 볼 때, 우선 本病的 抵抗力遺傳樣式을 究明하여 本病에 대한 抵抗力 品種을 育成하는 것이 時急하고 重要な 課題라 믿어진다. 이러한 觀點에서 筆者들이 앞서 實施한 獎勵品種의 抵抗力 檢定 結果는 船田(1968, 1973)의 報告와는 다른 遺傳樣式的 可能性이 있어 이를 밝히기 위해 二面交配方法을 통해 本試驗을 實施하게 되었다.

本試驗을 遂行함에 있어서 交配組 作成 및 統計分析에 協助하여 주신 蠶業試驗場 李相夢研究士에게 感謝드린다.

材料 및 方法

1. 供試 蠶品種

1979年 獎勵蠶品種의 原種 20個 品種에 대한 抵抗力 檢定 結果를 토대로 抵抗力을 나타낸 3個 品種, 中間值를 나타낸 2個 品種 및 感受性を 나타낸 3個 品種을

Table 1. Resistance of Inbreds to Flacherie Virus in Terms of LD₅₀

| | Inbred | LD ₅₀ (-log) | Order |
|--------------|--------------|-------------------------|-------|
| Resistant | Jam 108 | 3.9210 | 1 |
| | Jam 118 | 4.0000 | 2 |
| | Hansaeng # 4 | 4.1037 | 3 |
| Intermediate | Geumho | 4.5823 | 10 |
| | Jam 117 | 4.6518 | 11 |
| Susceptible | Jam 115 | 6.0564 | 18 |
| | Gyeongchu | 6.9816 | 19 |
| | Mudeung | 7.5150 | 20 |

Data from previous research(Lee, and et al. 1979)

選定하여 二面交配의 兩親型으로 使用하였으며, 이들 品種들의 LD₅₀에 의한 抵抗力 順位는 表1과 같다.

2. 供試 바이러스 및 病原體 接種

1978年 日本 名古屋大學의 川瀨茂實博士로 부터 分讓받아 繼代하여 온 FV를 4齡起蠶에 接種, 罹病中腸을 採取하여 中腸重量의 10倍 蒸溜水와 함께 磨碎한 후 5,000 rpm에 30分間 遠心分離하여 그 上清液을 原液으로 해서 中間值의 LD₅₀濃度인 10⁻⁶을 接種濃度로 했다. 接種은 甕잎에 10⁻⁶液을 塗抹, 陰乾한 후 2 齡起蠶에 24時間 經口接種했다.

3. 交配形式

上記 供試原種을 兩親으로 해서 兩親의 選定 및 二面交配方法은 Griffing(1956)의 Model 1, Method 2에 의해 행하였다. 즉 兩親은 故意로 選定되었으며 試驗系統은 逆交가 없는 F1과 原種이 供試되었다. 120頭씩 2反復으로 해서 FV 接種후 生存蠶의 百分率에 의하여 抵抗力을 나타내었다.

結果 및 考察

1. 遺傳力 檢定

原種의 生存率은 蠶 108이 가장 높았고 無等이 가장 낮았으며, 이 結果는 獎勵蠶品種 原種의 抵抗力檢定 結果와 一致했다. FV의 生存率 比較에서 FV 抵抗力의 主動因子(major gene)는 不完全 優性에 의한 相加的 效果를 보이며, 微動因子(minor gene)의 效果는 특히 抵抗力이 강한 系統과 弱한 系統과의 交配組에서 나타났다(表 2).

FV 抵抗力의 供試系統間 差異는 顯著하며 廣意의 遺傳力(Hb)은 0.93으로서 系統間變異는 거의가 遺傳的 要因에 의한 것이며, 環境變異는 적다고 생각되기 때

Table 2. Resistance of Inbreds and F1's to Flacherie Virus in a Diallel Cross.

| | Jam 108 | Jam 118 | Hansaeng #4 | Geumho | Jam 117 | Jam 115 | Gyeongchu | Mudeung |
|-------------|---------|---------|-------------|--------|---------|---------|-----------|---------|
| Jam 108 | 92.9* | 84.6 | 81.3 | 85.8 | 75.0 | 65.4 | 56.7 | 50.4 |
| Jam 118 | | 90.0 | 83.3 | 85.8 | 72.9 | 64.2 | 47.5 | 56.7 |
| Hansaeng #4 | | | 82.5 | 83.8 | 64.2 | 74.6 | 59.2 | 59.6 |
| Geumho | | | | 71.7 | 65.0 | 51.3 | 41.3 | 69.6 |
| Jam 117 | | | | | 55.0 | 40.8 | 42.5 | 51.3 |
| Jam 115 | | | | | | 46.3 | 18.8 | 43.3 |
| Kyeongchu | | | | | | | 35.8 | 39.2 |
| Mudeung | | | | | | | | 27.5 |
| Average | 74.0 | 73.1 | 73.5 | 69.3 | 58.3 | 50.6 | 42.6 | 49.7 |

S.E.=0.58

*Survival rate (%)

Table 3. Analysis of Variance for FV Resistance of Inbreds and F1's in a Diallel Cross

| S.V. | d.f. | M.S. | F |
|-------------|------|-------|---------------------|
| Total | 71 | | |
| Replication | 1 | 0.1 | 0.003 ^{NS} |
| Strains | 35 | 716.7 | 28.5** |
| Error | 35 | 25.1 | |

Hb=0.93

문에 蠶108등을 利用한 抵抗性育種의 初期段階에는 個體選抜에 의한 效果가 클것으로 期待된다.(表 3)

2. 原種間的 組合能力 檢定

原種間的 平均 一般組合能力(GCA) 效果는 高度의 有意差가 있어서 抵抗性이 높은 原種을 母本으로한 交雜育成은 成果가 클 것으로 期待되며, 또한 原種間的 特殊組合能力(SCA) 效果도 高度의 有意差가 있으므로 抵抗性이 弱한 原種일지라도 特定交配組에서는 높은 抵抗性을 보일 것으로 豫想된다.(表 4). 그러므로 抵抗性이 높은 品種과 낮은 品種이 다같이 育種材料로 利用될 수 있으며 品種保存 價値가 認定된다.

Table 4. Analysis of Variance for General and Specific Combining Ability of Inbreds and F1's in FV Resistance.

| S.V. | d.f. | M.S. | F |
|-------|------|--------|---------|
| GCA | 7 | 1577.0 | 125.6** |
| SCA | 38 | 53.7 | 4.3** |
| Error | 35 | 12.6 | |

S.E. (GCA)=1.1 S.E. (SCA)=2.8

原種의 FV抵抗性에 대한 一般組合能力效果는 蠶108이 13.1로서 가장 높았고, 京秋가 -17.7로서 가장 낮았다(表 5). 蠶 108, 蠶 118 및 韓生 4號의 높은 一般組合能力效果는 이들중 두 原種間에 有意差가 없었으며, 이들은 FV 抵抗性 育種을 위한 優秀한 交配原種이 될 수 있음이 本試驗에서 밝혀졌다.

FV 抵抗性 遺傳子는 主動因子에 의한 것이라고 생각되는 相加的 效果이외에, 多數의 微動因子들에 의한 雜種強勢의 結果라고 생각되어지는 相互作用의 效果도 錦湖×無等 및 韓生 4號×蠶 115에서 보여주고 있다. 이 結果는 船田(1968, 1973)의 完全劣性 遺傳을 하며

Table 5. General and Specific Combining Ability between Inbreds for FV Resistance in a Diallel Cross.

| | Jam 108 | Jam 118 | Hansaeng #4 | Geumho | Jam 117 | Jam 115 | Gyeongchu | Mudeung |
|-------------|---------|---------|-------------|--------|---------|---------|-----------|---------|
| Jam 108 | | -2.2* | -5.1 | 4.0 | 3.6 | 1.1 | -0.3 | -11.4 |
| Jam 118 | | | -2.0 | 5.0 | 2.5 | 0.8 | -8.4 | -4.1 |
| Hansaeng #4 | | | | 3.3 | -5.9 | 11.6 | 3.7 | -0.8 |
| Geumho | | | | | -0.5 | -7.2 | -9.8 | 13.7 |
| Jam 117 | | | | | | -7.2 | 1.9 | 5.8 |
| Jam 115 | | | | | | | -14.8 | 5.0 |
| Gyeongchu | | | | | | | | 8.2 |
| GCA | 13.1 | 12.1 | 11.7 | 7.2 | -3.2 | -10.3 | -17.7 | -12.9 |

* S.E. for the ith female parent with the jth male parent=3.2

雜種強勢의 現象이 없다는 報告와는 다른 結果였다. 無等の 平均 一般組合能力效果는 낮으나, 錦湖×無等에서와 같은 交配組에서는 높은 特殊組合能力效果를 나타내므로 이를 利用하면 FV抵抗性에 대한 微動因子效果의 開發 및 集積이 可能하다고 생각된다.

摘 要

家蠶의 바이러스性 軟化病에 대한 抵抗性의 遺傳樣式을 究明하기 위한 試驗을 實施하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 遺傳力 檢定

1) FV抵抗性의 主動因子는 不完全 優性에 의한 相加的 效果를 보였다.

2) 微動因子의 效果는 특히 抵抗性이 강한 系統과 弱한 系統과의 交配組에서 나타났다.

3) 遺傳力은 0.93으로서 거의 遺傳的 要因에 의한 것이며 環境變異는 적다고 생각된다.

2. 原種間的 組合能力 檢定

1) 一般組合能力效果는 高度의 有意差가 있었으며, 蠶 108이 13.1로 가장 높았고 京秋가 -17.7로 가장 낮았다.

2) 特殊組合能力效果도 高度의 有意差가 있었으며, 錦湖×無等에서 13.7로 가장 높았고 蠶115×京秋에서 -14.8로 가장 낮았다.

參 考 文 獻

- 鮎澤啓夫, 古田要二, 倉田啓而, 佐藤文子(1964) 蠶의 傳染性軟化病ウイルス에 關する 研究, 日蠶試報 19, 223.
- 船田敏夫(1968) 家蠶의 바이러스性軟化病에 對する 抵抗性의 遺傳樣式, 日蠶雜 37, 281-287.
- 船田敏夫(1973) 家蠶ウイルス性軟化病抵抗性의 檢討. 片倉工業株式會社 蠶業研究所 特別號 4, 1-65.
- Griffing, B. (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9, 463-493.
- 市岡正道, 丸山長治(1970) ウイルス性軟化病의 바이러스를 主とする 起病性因子에 對する 抵抗性蠶品種의 檢定 蠶絲研究 74, 37-43.
- 井上元(1974) 抵抗性ならびに 感受性蠶品種에 對する 軟

化病ウイルス의 増殖, 日蠶雜 43, 318-324.

樺澤敦, 蛭原富男, 瀬戸川喜多夫, 管家英治(1964) 蠶의 傳染性 F型軟化病에 關する 研究(第 1 報), 茨城蠶試報 22, 12-58.

川瀬茂實, 須藤千春, 山崎壽(1967) 傳染性軟化病ウイルス의 2, 3 の性狀について, 日蠶雜 36, 232.

金槿榮, 姜錫權·李載昌(1978) 家蠶의 바이러스性軟化病에 關한 研究, I. 獎勵品種에 對한 抵抗性檢定, 韓蠶誌 20, 32-35.

李載昌, 金槿榮, 姜錫權(1979) 軟化病 바이러스에 對한 蠶品種別 抵抗性 檢定에 關한 試驗, 蠶試報, 284-286.

Mather, K and J.L. Jinks (1971) *Biometrical genetics*. chapter 9. Diallels. Chapman and Hall, London, 382.

大井秀夫, 宮原達男, 山下昭弘(1967) カイコ에 對する 高温多濕抵抗性ならび에 바이러스性軟化病感染抵抗性と 實用形質との關係. 蠶絲研究, 65, 137-148.

西城澄雄, 小池利男(1964) 蠶品種의 耐病性에 關する 研究. 第 I 報 傳染性 F型軟化病原에 對する 蠶品種의 耐病性에 關する 試驗. 埼玉蠶試要報, 36, 50-55.

西城澄雄, 小池利男(1965) 蠶品種의 耐病性에 關する 研究. 第 III 報 傳染性 F型軟化病에 對する 蠶品種의 耐病性에 關する 試驗. 埼玉蠶試要報, 37, 61-66.

宇治川喜平, 有賀久雄(1966) カイコ에 對する 바이러스性軟化病抵抗性系統의 選拔, 日蠶雜 35, 23-26.

渡部仁, 田中茂男, 清水孝夫(1974) ウイルス性軟化病および細胞質多角體病抵抗性의 蠶品種間差異, 日蠶雜 43, 98-100.

山口孝根(1965) 蠶品種의 耐病性에 關する 研究. 第 III 報 傳染性 F型軟化病에 對する 蠶品種의 耐病性에 關する 試驗, 群蠶要報, 53, 56-58.

山崎壽, 酒井榮一, 下平陸夫, 山田たけを(1960) 傳染性のある軟化病(F)에 關する 研究, 長野蠶試報, 61, 1-28.

梁地三千雄, 鳥浜義己(1963) 傳染性 F型軟化病에 關する 研究. V F型軟化病病原食下による 蠶品種別傳染性について, 熊本蠶試報, 38, 26-30.

梁地三千雄, 鳥浜義己(1965) 傳染性 F型軟化病에 關する 研究Ⅱ 蠶品種別傳染抵抗性並び에 誘發抵抗性について, 熊本蠶試報, 39, 36-38.