

家蠶의 繭絲物質 生成能力에 있어서 品種間의
特異性에 관한 研究

李 龍 雨

農村振興廳 蠶業試驗場

Studies on the Varietal Features for the Silk Yielding
Ability, *Bombyx mori* L.

Yong Woo Lee

Sericultural Experiment Station, Office of Rural Development

SUMMARY

Silk protein is synthesized in the silkgland of silkworm, *Bombyx mori* L.

It is evident that silk productivity is one of the high heritable characters from the genetical aspects. It is also changed with the environmental circumstances.

With this regard, this paper dealt with the varietal patterns of silkgland development and the factors concerning to the silk productivity of silkgland of silkworm by the synthesis of nucleic acids, profiles of amino acids and histological basis, using the eight parent silkworm varieties and their F₁ hybrids.

1. The weight of silkgland per larva increased proportionally in the F₁ hybrids which were crossed between longer silk yielding varieties.

The silk content to the weight of the silkgland was higher in the longer silk yielding varieties than that in the shorter silk yielding varieties.

2. It was observed that the morphological changes of nuclei took place in the posterior silkgland cells with the larval development of the 5th instar.

In varietal aspect, Jam 107 and Jam 108, longer silk yielding varieties, showed more branches in nuclei than the N₂ and C₀₀ which were shorter yielding ones.

3. It was observed that there was a high correlation between RNA content per unit weight of silkgland on the 6th day stage of 5th instar and silk productivity both in the parents and their F₁ hybrids.

4. RNA and DNA synthesis brought about thirty percent increase in the posterior silkgland of the longer silk yielding varieties during the 2nd day to the 4th day stages of the 5th instar, when compared with those in the posterior silkgland of the shorter silk yielding varieties.

5. RNA/DNA ratio in the posterior silkgland on the 2nd day and 4th day stages of the 5th instar was more increased in the longer silk yielding varieties than the shorter silk yielding varieties.

6. It was shown that DNA content for the longer silk yielding varieties came to be 374 μ g per larva in the posterior division of silkgland on the 4th day stage of 5th instar, whereas it was 199 μ g per larva for the shorter silk yielding varieties.

7. There was 34.8% Alanine, 22.8% Glycine, 9.1% Serine and 7.3% Tyrosine in the posterior division of silk gland as major amino acids. It is noticed that there was a little differences between the amino acids composition of posterior silk gland and silk fibroin.

8. There was some differences in the amino acids composition of posterior silk gland between pure lines and their hybrids. Glycine, Serine and acidic amino acids, essential to silk formation, seemed to be increased in the F_1 hybrids, whereas other amino acids such as Valine, Iso-leucine, Leucine, Lysine, Phenylalanine, Histidine and Arginine were reduced.

9. The content of Glycine, Alanine and Serine in the posterior division of silk gland was elevated in the longer silk yielding varieties than the others.

Consequently, these three amino acids in the posterior silk gland seemed to be related to the silk yielding ability in the longer silk yielding varieties.

緒 言

絹絲腺의 品種의 特性에 있어서 絹絲腺 細胞數는 蠶兒成長과 關係없이 蟻蠶時의 細胞數와 同一하되 多絲量系 品種이 少絲量系 品種보다 많은 細胞數를 가지고 있는 것으로 알려졌으며 絹絲腺의 體에 대한 相對的 成長特性이 蠶品種에 대하여는 報告된바 있지만 (上田等, 1972) 우리나라 蠶品種 特히 多絲量系 品種과 少絲量系 品種間의 差異와 그 F_1 交雜種에 대하여는 檢討되지 않았다.

家蠶絹絲腺의 組織學的인 面에서의 研究는 이미 오래前부터 光學顯微鏡을 利用 絹絲腺內의 液狀網分泌形態가 觀察되었고 5齡幼蟲期 絹絲腺의 發育 過程에 따른 細胞內 變化 등이 考察되었으며 (赤井, 1960) 最近에는 絹絲腺內의 繭絲物質 生成成 過程이 電子顯微鏡에 의해 보다 微細한 部分까지 究明되었으나 繭絲生成能力이 다른 家蠶品種間의 差異에 대하여는 比較되지 않았다.

家蠶絹絲腺의 核酸에 關한 研究에서 核酸含量은 絹絲腺 部位別로 中部보다 後部絹絲腺에 많이 含有되어 있으며 後部絹絲腺의 細部位別 差異는 없는 것으로 알려져 있고 最近 後部絹絲腺 核酸合成量의 品種間 差異에 關한 報告(倉田等, 1974)에서 多絲量系 品種이 少絲量系 品種에 비하여 RNA含量이 높은 것이 認定되었으나 이러한 兩原種間의 核酸含量 差異가 그 F_1 交雜種에서 어떻게 發現되는가는 不明하다.

絹絲腺의 氨基酸組成에 關한 研究에 있어서는 後部絹絲腺 顆粒體에서 分離한 펩티드의 氨基酸組成 差異가 paper chromatography法에 의하여 報告된바 있고 (志村, 1957) 後部絹絲腺의 遊離 氨基酸 組成도 分析報告되었으나 後部絹絲腺 氨基酸組成의 蠶品種間 差異와 特히 繭絲生成量의 差異가 있는 品種에 대하여서는 아직 研究報告된바 없다.

家蠶이 生成하는 繭絲蛋白質量은 基本的으로 遺傳特

性에 規制를 받고 一部는 누에 飼育環境의 制御를 받는다. 即 家蠶絹絲腺의 繭絲蛋白質 生成能力은 遺傳的인 蠶品種 特性과 一部 蠶體生理條件에 의하여 支配되는 것으로 考察되어 왔다.

그러나 繭絲蛋白質 生成能力에 대한 蠶品種特性은 規則性 내지 遺傳性을 갖는 反面 누에 飼育環境에 의한 生理的 條件變化는 繭絲蛋白質 生成에 可變的이거나 非遺傳的인 影響을 준다. 따라서 實用的인 多絲量系 蠶品種의 育成에 있어서 家蠶絹絲腺의 繭絲蛋白質 生成能力에 關한 어떤 規則性 내지 遺傳性에 關한 問題解決을 爲하여는 品種의 特性 即 兩原種間의 差異와 그것이 次代蠶에서 어떻게 發現되는지가 究明되어야 한 것이다.

따라서 本實驗에서는 上記 問題 등을 究明코저 繭絲生成量이 各各 다른 蠶品種中에서 多絲量系 4品種, 少絲量系 4品種을 選定 모두 8品種의 原種과 이들 原種들間에 交配된 8個의 F_1 交配를 만들어 絹絲腺의 品種의 特異性을 調査한 結果 多絲量系와 少絲量系 蠶品種間에는 絹絲腺의 成長 組織學의 特性, 核酸合成量 및 後部絹絲腺의 氨基酸 組成量에 差異가 있었기에 이에 報告하는 바이다.

本研究을 遂行하는데 始終 指導를 베풀어 주신 崔炳熙博士任, 南重熙 博士任과 많은 激勵과 便宜를 주신 宋基彥 博士任께 感謝드립니다. 實驗遂行에 助言하여 주신 姜錫權博士任과 試料分析에 協助하여 주신 金槿榮學兄에게 感謝의 뜻을 表하고 試料를 分讓하여 주신 蠶業試驗場 育蠶研究 關係官任께 感謝를 드립니다.

研究史

1. 絹絲腺의 成長特性 및 後部絹絲腺의 組織學的 觀察

絹絲腺 細胞數는 蠶兒成長과 關係없이 蟻蠶時의 細胞數와 同一하되 清水, 堀內(1952)에 의하면 多絲量系 品種이 少絲量系 品種보다 많은 細胞數를 가지고 있는

同時에 이와 같이 細胞數에 變함이 없음을 絹絲에서 絹絲腺細胞의 壓縮에 便利한 構造인點을 說明해 주고 있으며 最近 蠶品種別 絹絲腺細胞數에서 後部絹絲腺細胞數는 日本種과 中國種間에는 差異가 없고 (高橋等 1966) 人爲的으로 蠶卵에 γ 線을 照射하면 絹絲腺 細胞數는 減少된다고 하였다(重松, 竹下 1968) 家蠶 5齡幼蟲의 體成長과 絹絲腺成長과의 關係에서 上田等(1972)은 家蠶品種別 5齡期에 대한 蠶體重(x)과 絹絲腺重(y)의 相對成長은 $y=bx^r$ 式으로 表示되며 여기서 r 는 歐州種 >2 , 日本種 $=2$, 中國種(3眠蠶) <2 로서 系統間에 差異가 있음을 報告하였으며 食下室素量의 蠶體各組織에 대한 分配特性에 있어서 蠶品種別 食下室素量의 絹絲腺에 대한 分配率은 多絲量系品種이 少絲量系品種에 比하여 높은 것이 指摘되었고(松岡, 須藤 1977) 其他 絹絲腺 및 幼蟲血液의 酵素特性이 品種의 面에서 檢討되었다(吉武, 秋山 1965; 吉武等 1966; 吉武 1968).

한편 家蠶絹絲腺의 組織學的 研究에 있어서 藤川(1959)는 後部絹絲腺의 微小顆粒에 대한 組織化學的 諸反應에서 後部絹絲腺의 前部와 後部間에 呈色差異는 設定되지 않는다고 하였고 赤井(1960)는 家蠶의 5齡幼蟲 時期別로 後部絹絲腺 細胞의 分泌物를 Mallory 3重染色法에 의거 染色 光學顯微鏡으로 觀察한 結果 時期別로 分泌形態에 差異가 있음을 報告하였다. 또한 赤井(1963)는 電子顯微鏡을 利用하여 絹絲腺의 fibroin 分泌形態를 보다 微細한 部分까지 觀察報告하였고 5齡幼蟲期의 後部絹絲腺에 있어서 繭絲物質生成이 絹絲腺 細胞內에서 活發히 展開되는 時期에 核仁에 核蛋白 顆粒이 多數 集積되고 이들 顆粒狀物이 核仁에서 遊離되어 그 一部가 細胞質로 移轉되며 繭絲物質合成이 低調한 時期에는 核仁에 대한 核蛋白顆粒의 集積도 적고 核에서 細胞質로의 流出이 적기 때문에 繭絲物質合成이 活發한 時期에 核의 크기 및 分枝가 增大하고 繭絲物質合成이 低調할때는 核이 작아지고 單純化되는 것으로 考察하였다(赤井 1964). 赤井, 小林(1966)는 家蠶 絹絲腺內 繭絲蛋白 및 核酸 合成에 대한 細胞學的 研究에서 標識된 Uridine를 5齡 3日째 幼蟲에 注射한 結果 注射後 새로 合成된 RNA가 24時間以內 粗面 小胞體로 移動하는 것을 確認하므로써 繭絲蛋白이 粗面 小胞體에서 合成되어 Golgi體로 移動하는 것을 證明하였고 最近 赤井, 坂岡(1978)는 後部絹絲腺細胞內 液狀 fibroin의 微細構造를 顯微鏡으로 觀察報告한 바 있다

2. 後部絹絲腺의 核酸合成量과 繭絲生成量과의 關係

繭絲蛋白質의 合成은 絹絲腺의 RNA量에 의해 支配되고 RNA 合成量은 DNA에 의해 遺傳性을 賦與받아

蠶品種에 따라 달라지며 또한 人爲的으로 호르몬系統 物質을 누에에 添食시켜 生理的 條件에 影響을 주게 되면 RNA 合成量이 어느程度 調節될 수 있는 것이 考察되었다. (重松 1970; 1978) 鈴木(1972)은 家蠶 後部絹絲腺에서 RNA 3種에 對한 量的比는 ribosomal RNA: transfer RNA: messenger RNA=85:14:1이며 이比는 品種間에 有意差가 認定되지 않는다고 하였으며 繭絲蛋白의 生合成效率은 後部絹絲腺의 核酸量으로 表示되며 多絲量系 蠶品種의 後部絹絲腺 RNA含量은 少絲量系 品種에 比하여 높은 것이 認定되었으나(倉田等 1974) 이러한 母品種의 特性이 次代蠶 即 F_1 交配組에서 어떠한 規則性을 갖고 遺傳되는가 하는 問題는 究明하지 못하였다. 한편 絹絲腺 RNA의 特異性에 關한 研究에서 松崎(1970)은 絹絲腺 t-RNA에 대한 分別에서 後部絹絲腺의 glycyl t-RNA 및 alanyl t-RNA는 中腹의 그것에 比하여 質的인 差異가 있다고 하였으며 倉田, 坂口(1978)은 大腸菌 r-RNA와 누에의 中腸에서 抽出한 r-RNA의 分子크기와 特性을 比較한 바 있다.

3. 後部絹絲腺의 아미노酸組成 差異

志村(1957)는 後部繭絲腺 顆粒體에서 分離한 펩티드의 아미노酸組成에 대한 實驗에서 10種 아미노酸에 대한 定性分析을 行하여 이들중 Alanine과 Glycine의 含有率이 높은 것을 指摘하였고 福田(1957)는 絹絲腺의 아미노酸 吸收에 대한 局部的 機能差에 있어서 後部絹絲腺의 部位別 아미노酸 吸收差는 認定되지 않았으나 中部絹絲腺에서는 部位別 吸收差가 認定되었고 그 程度는 中區前半과 後區前半에서 顯著하다고 하였다. 鈴木(1963)등은 後部絹絲腺의 遊離 아미노酸 含量은 200 mg 内外이며 種類別로는 Glutamic acid>Phenylalanine>Alanine>Histidine>Glycine 順이라고 하였다.

井口와 伊藤(1973)는 5齡起蠶의 幼蟲血液에 대한 遊離아미노酸 含量의 蠶品種間 差異에 있어서 繭層比率와 血液에 含有된 遊離아미노酸의 種類 및 含量間에 相關關係가 認定되지 않으나 日本種은 中國種에 比하여 雌는 雄에 比하여 各各 遊離아미노酸의 含量이 높다고 하였다.

崔, 金(1964)은 家蠶 原種과 交雜種 繭絲 fibroin에 대한 아미노酸 組成差異에 關한 研究에서 母體보다 減少되는 아미노酸의 種類는 Alanine, Lysine, Arginine 및 Proline 等이라고 하였고 家蠶 繭層세리신의 아미노酸組成은 繭層部位別로 Aspartic acid, Threonine 및 Glycine 等은 內層에 比較的 많이 含有되어 있고 Tyrosine, Serine 및 Lysine 等은 蠶品種間에 有意差가 있음이 報告되어 있으나(山田 1976) 繭絲物質이 生合成되는 後部絹絲腺의 아미노酸組成과 繭絲生成量과

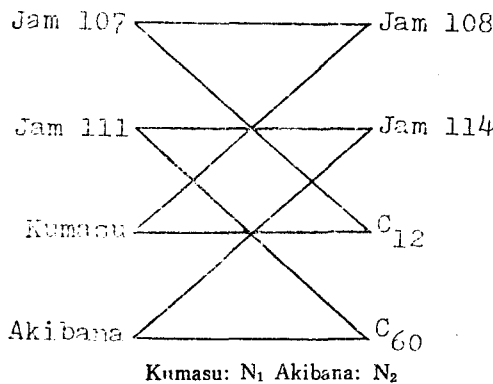
의 關係는 거의 報告된바 없다. 또한 最近 釜田, 島田 (1977) 등은 누에에 대한 J.H. 호르몬活性化物의 給與로 蠶體의 生理的 條件에 變化를 주어도 生成된 繭絲蛋白인 fibroin의 아미노酸組成에는 差異가 없음을 報告하므로서 fibroin의 아미노酸組成은 品種의 特性에서 規制되는 것이 確實視되었다.

I. 絹絲腺의 成長特性 및 後部絹絲腺의 組織學的 觀察

本 實驗에서는 繭絲生成量이 다른 家蠶品種의 5齡 經過日數別 絹絲腺의 成長特性 및 絹絲腺의 相對成長과 繭絲生成量과의 關係를 究明하고 家蠶品種別 後部絹絲腺을 組織學的으로 觀察코저 하였다.

1. 材料 및 方法

'76年度 春蠶期 蠶業試驗場이 保有하고 있는 蠶品種中에서 多絲量系로 蠶107, 蠶108, 蠶111 및 蠶114의 4個 品種과 少絲量系로 N₁, N₂, C₁₂ 및 C₆₀의 4個 品種에 대하여 品種別 4齡起蠶 100頭씩을 原種 標準飼育法에 따라 飼育하여 다음 方法과 같이 F₁ 交配組合을 만들어 採種한 後 冷浸하여 各 交配別로 1/3蠶區育으로 秋期飼育을 하였다.



絹絲腺의 成長特性을 調査하기 위하여 上記 原種 8個品種과 그 F₁ 交雜種 8個品種에 대하여 5齡 6日째 蠶體重, 中部 및 後部絹絲腺重을 各各 調査하였고 그中 蠶111과 C₆₀ 및 그 F₁ 交雜種(蠶111×C₆₀)에 대하여는 5齡 經過日別로 蠶體重과 中部 및 後部絹絲腺의 무게를 調査하였다.

그이외에 繭絲量 및 繭層比率은 雌雄 50頭에 대한 平均値로 하였다.

한편 後部絹絲腺의 組織學的 觀察은 위하여는 品種別로 繭層比率 23% 内外인 蠶107 및 蠶108, 繭層比率 13%程度인 N₂ 및 C₆₀에 대하여 繭絲物質生成이 가장 活發한 時期인 5齡 96時間제에 中部와 後部絹絲

腺 境界部位에서 2~3cm 距離部位의 後部絹絲腺을 使用하였다. 그리고 5齡 經過日 差異를 보기 위하여 蠶 107×蠶 108에 對하여 5齡 48時間제, 96時間제, 192時間제 및 216時間제에 各各 同一 部位의 後部絹絲腺을 使用하였다. 觀察方法에 있어서 摘出한 後部絹絲腺은 即時 Carnoy's 固定液에 固定한 後 paraffin에 埋沒하여 7μ 두께로 切片한 後 methyl green-pyronin 二重染色法 (岩下, 管家 1969)에 따라 다음과 같이 染色하여 光學顯微鏡으로 觀察하였다.

即 pyronin G, 3g과 methyl green 1.5g을 純水 200 ml에 溶解시키고 이 色素混合液과 同量의 chloroform을 加하여 잘 振盪하여 不純色素을 轉溶除去한 後 水溶部를 取하여 이것을 色素原液으로 하여 原液 20ml에 pH 4.0~4.5의 磷酸緩衝液 20ml와 純水 60ml를 加하여 染色液으로 하였다. 슬라이드그라스에 固定된 各 試料를 上記 染色液에 3分間씩 浸漬染色한 後 buthanol에 10分間 浸漬脫染液하고 다시 buthanol로 脫水하고 buthanol xylene 및 xylene液에 浸漬處理하여 透明화한다음 1,500倍로 觀察하였다.

2. 結果 및 考察

가. 絹絲腺의 成長特性

蠶體內 繭絲物質이 生合成되는 場所인 絹絲腺은 機能面에서 繭絲의 約 75%를 點有하는 fibrion을 分泌하는 後部絹絲腺과 fibroin의 貯藏과 sericin을 分泌하는 中部絹絲腺으로 區分되는데 이 絹絲腺의 5齡 幼蟲期 成長特性을 絹絲 生産量이 많은 多絲量系品種인 蠶111과 少絲量系品種인 C₆₀에 대하여 調査한 結果 그림 1에시와 같이 5齡 3日째부터 兩品種 모두 絹絲腺成長이 顯著히 增大되었는데 蠶111은 5齡 3日째부터 中部絹絲腺의 成長率이 後部絹絲腺보다 높았으나, C₆₀은 5齡 4日째부터 中部絹絲腺의 成長率이 높았다. 또한 5齡 6日째 3種의 F₁ 交雜種에 대한 絹絲腺重을 比較하여 보면 少絲量系品種間의 F₁ 交雜種인 N₂×C₆₀의 絹絲腺重은 兩原種에 비하여 各各 增加했고 兩原種平均値 (mid parent value, MP)보다 26%内外 增加되었으나 多絲量系品種間의 交雜種인 蠶111×蠶114의 絹絲腺重은 兩原種에 비하여 若干의 增加를 보였고 多絲量系와 少絲量系間의 交雜種인 蠶111×C₆₀의 絹絲腺重은 兩原種의 平均値보다는 15% 内外 增加되었으나 蠶111에 비하여는 若干 減少되었다.

한편 5齡 經過日 蠶體重에 대한 中部絹絲腺의 相對成長率은 그림 3에서와 같이 5齡 經過에 따라 繼續 增加되었으며 品種別로는 5齡 5日까지 蠶111의 增加率이 높았으나 5齡 6日째에는 蠶111과 蠶111×C₆₀이 같은 水準의 增加率을 보였다. 蠶體重에 대한 後部絹絲腺

의 相對成長率은 그림 4 에서처럼 各品種 모두 5齡 3日까지는 繼續 增大되다가 5齡 3日以後에는 一定한 水準을 나타내었다. 또한 F_1 交雜種이 蠶體重에 대한 中部 및 後部絹絲腺의 相對成長率은 5齡 4日以後 兩原種의 平均値보다 점차 增加되는 傾向이었다.

生物體에 있어서 어느 部分이 成長할 때 다른 부분 또는 全體成長과 어떤 規則性을 갖는 關係가 있으며 이것은 品種에 따라 差異가 있는 것이 밝혀졌고 또한 이 事實은 누에에 대하여 5齡幼蟲期 體重과 絹絲腺重의 關係에서도 確認되었다. (上田等 1972; 藤本 1977)

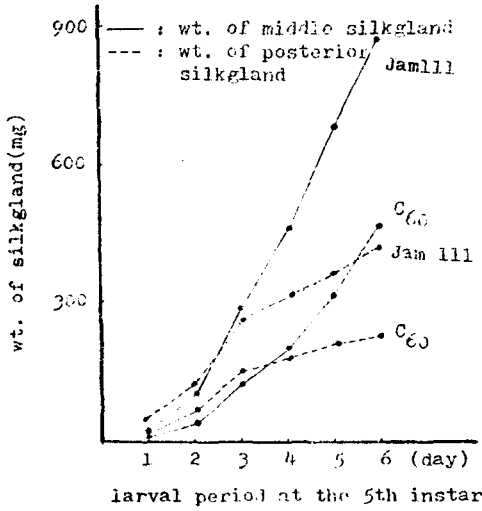


Fig. 1. Increasing weight curve of the silk gland during the 5th instar.

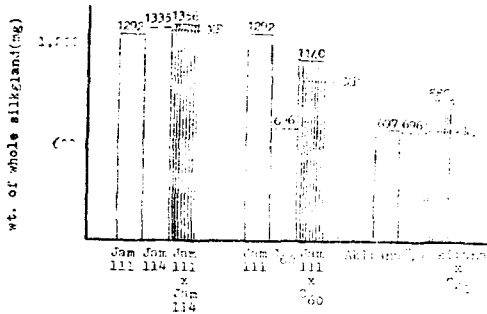


Fig. 2. Comparison of the whole silk gland weight between the parents and their F_1 hybrids on the 6th day stage of 5th instar. MP: mid-parent value Akibana: N_2

5齡幼蟲 經過別 中部 및 後部絹絲腺의 成長에 있어서 多絲量系인 蠶111이 少絲量系인 C_{60} 에 비하여 中部絹絲腺의 增大가 速히 進行되었는데 이것은 多絲量系品種에서 後部絹絲腺의 繭絲物質 生成이 보다 活潑히

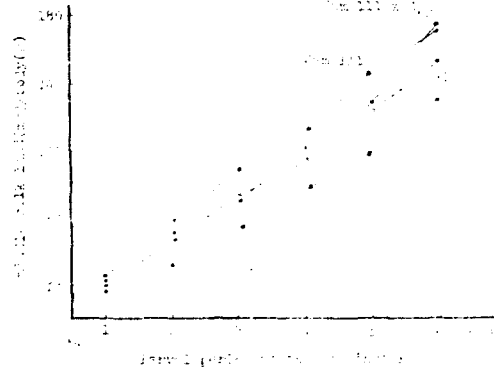


Fig. 3. Variation of middle silk gland weight/body weight during the 5th instar.

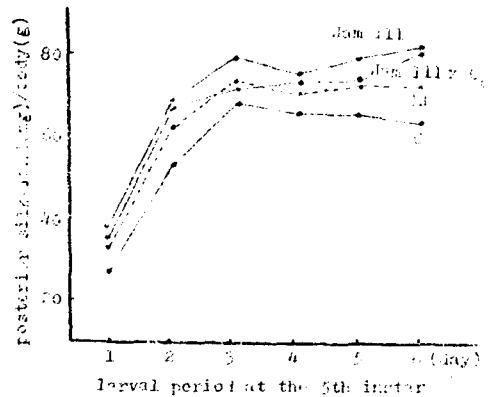


Fig. 4. Variation of posterior silk gland weight/body weight during the 5th instar.

進行되므로 生成된 繭絲物質이 中部絹絲腺에 速히 移動貯藏되기 때문이며 5齡 6日에 3種의 F_1 交雜種에 대한 絹絲腺重比較(그림 2)에서 少絲量系品種間의 交雜種인 $N_2 \times C_{60}$ 의 絹絲腺重이 兩原種에 비하여 顯著히 增大되었으나 多絲量系品種間의 交雜種인 蠶111 \times 蠶114는 兩原種에 비하여 若干의 增大만을 보였다. 이것은 누에의 繭絲生産量에 대한 雜種強勢效果가 多絲量系品種에서보다 少絲量系品種에서 높다는 報告(原田 1961)와 一致되며 또한 多絲量系와 少絲量系品種間의 交雜種인 蠶111 \times C_{60} 의 絹絲腺重이 兩原種의 平均値보다 向上되었으나 蠶111에 비하여 多少 減少된 것은 繭絲生産力 差異가 顯著한 品種間의 F_1 交雜種은 兩原種 모두에 비하여 繭絲生産量이 增加되지 않는 기 때문이며 이러한 問題는 今後 檢討되어야 할 것이다.

蠶體重에 대한 中部絹絲腺의 相對成長率이 5齡經過別로 繼續增加되는 反面 後部絹絲腺의 增加率은 5齡 3日以後 一定한 成長率을 보인 것은 5齡 3日以後 後部

Table 1. Varietal difference of silk production in relation to weight of silk gland and body weight on the 6th day of the 5th instar among the parents.

varieties of silkworm	item	wt. of whole silk gland (mg)		yield of single silk filament (mg)		yield of single silk filament (mg)		yield of single silk filament (mg)	
			wt. of silkworm body (g)		wt. of silkworm body (g)		wt. of whole silk gland (g)		wt. of posterior silk gland (g)
longer silk yielding group	Jam 107	268		85		315		1,005	
	Jam 108	270		89		329		1,054	
	Jam 111	250		84		337		1,033	
	Jam 114	254		87		342		1,060	
	Mean	261		86		331		1,038	
shorter silk yielding group	N ₁	225		66		308		949	
	N ₂	189		49		260		815	
	C ₁₂	204		59		290		379	
	C ₆₀	181		47		262		791	
	Mean	200		55		280		859	

Table 2. Varietal differences of silk production in relation to weight of silk gland and body weight on the 6th day of the 5th instar among F₁ hybrids.

varieties of silkworm	item	wt. of whole silk gland (mg)		yield of single silk filament (mg)		yield of single silk filament (mg)		yield of single silk filament (mg)	
			wt. of silkworm body (g)		wt. of silkworm body (g)		wt. of whole silk gland (g)		wt. of posterior silk gland (g)
	Jam 107 × Jam 108	276		99		358		1,080	
	Jam 111 × Jam 114	265		95		360		1,119	
	Jam 107 × C ₁₂	260		88		347		1,056	
	Jam 111 × C ₆₀	255		85		349		1,047	
	N ₁ × Jam 108	256		88		343		1,059	
	N ₂ × Jam 114	249		79		317		975	
	N ₁ × C ₁₂	231		73		316		988	
	N ₂ × C ₆₀	222		64		289		876	

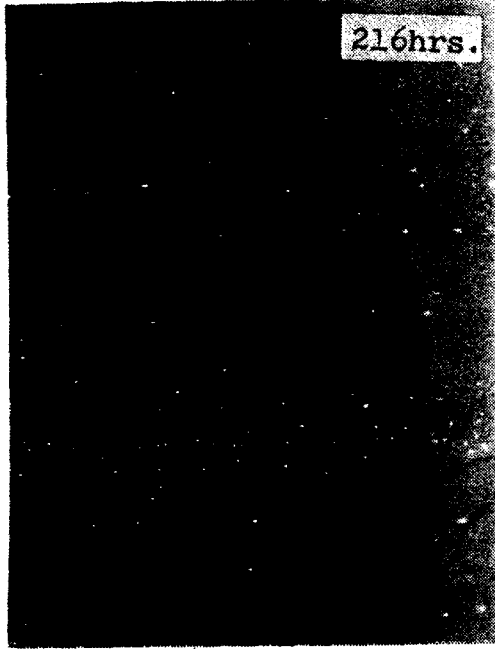
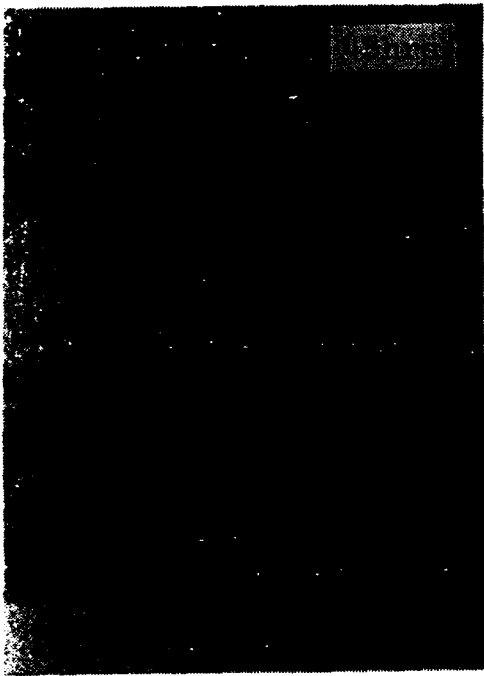
絹絲腺에서 生合成된 fibroin이 數時間內 中部絹絲腺으로 移動되어 吐絲前까지 貯藏되므로 中部絹絲腺은 繼續 膨大해지기 때문이다(竹下等 1975; 田中等 1976).

交雜種인 蠶111 × C₆₀의 中部絹絲腺重對 蠶體重比가 多絲量系 原種인 蠶111와 5齡 6日째 같은 水準까지 增加된 것은 繭絲生成能力이 交雜種에서 原種에 比하여 向上되기 때문인 것으로 推測된다.

나. 絹絲腺의 相對成長과 繭絲生成量과의 關係

家蠶 幼蟲期中 絹絲腺의 成長이 極大에 達하는 5齡 6日째에 多絲量系品種으로 蠶107, 蠶108, 蠶111 및 蠶114等과 繭絲生産量이 比較的 적은 N₁, N₂, C₁₂ 및 C₆₀等 모두 8個品種에 있어서 絹絲腺의 蠶體에 對한

相對成長과 繭絲生成量과의 關係를 調査한 結果는 表 1과 같다. 蠶體重對 絹絲腺重比는 多絲量系 平均이 261로서 少絲量系 平均 200에 比하여 높았고 絹絲腺重對 繭絲生成量比도 少絲量系 280에 比하여 多絲量系 平均은 331로서 顯著히 높은 傾向이었으며 蠶體重對 繭絲生成量比 및 後部絹絲腺重對 繭絲生成量比도 多絲量系 品種에서 增加되었다. 또한 이들 8個品種에서 各 各 繭絲生成量이 다른 8個 F₁ 交雜種을 만들어 絹絲腺의 相對成長과 繭絲生成量과의 關係를 調査한 結果 表 2에서와 같이 蠶體重對 絹絲腺重比, 絹絲腺重對 繭絲生成量比, 蠶體重對 繭絲生成量比 및 後部絹絲腺重對 繭絲生成量比 等은 모두 多絲量系品種으로 될수록 增加



Notice : C : cell layer(violet) F : fibroin L : lumen N : nuclei(blue)

Fig. 5. Cross section of the posterior division of the silk gland at different hours after the fourth moulting, $\times 1,500$.

되는 傾向이었다.

絹絲腺의 相對成長과 繭絲生成量關係에 있어서 多絲量系品種으로 交配育成될수록 蠶體重에 對한 絹絲腺의 相對的 成長이 增大되어 絹絲生產效率이 向上되는 것은 家蠶이 多絲量系品種으로 育成될 때 體成長 增大보

다는 繭絲生成效率增進에 重點을 두기 때문이며 特히 食下窒素量의 絹絲腺에 對한 分配率과 飼料中 窒素化合物의 消化率이 多絲量系品種에서 높다는 事實에도 (松岡, 須藤 1977; 竹下等 1975) 起因하는 것으로 생각된다.

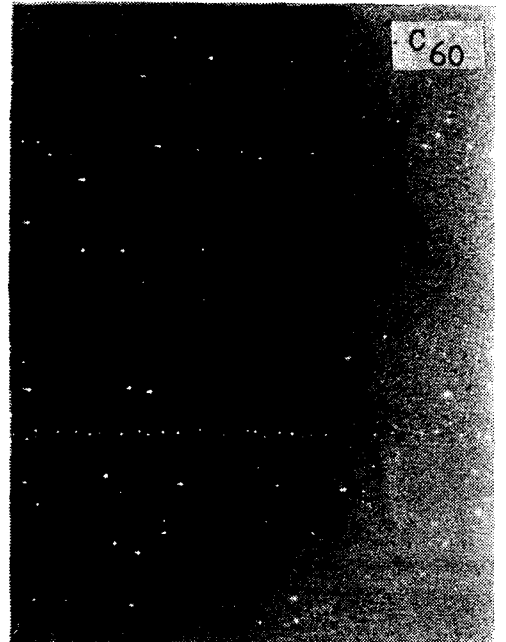
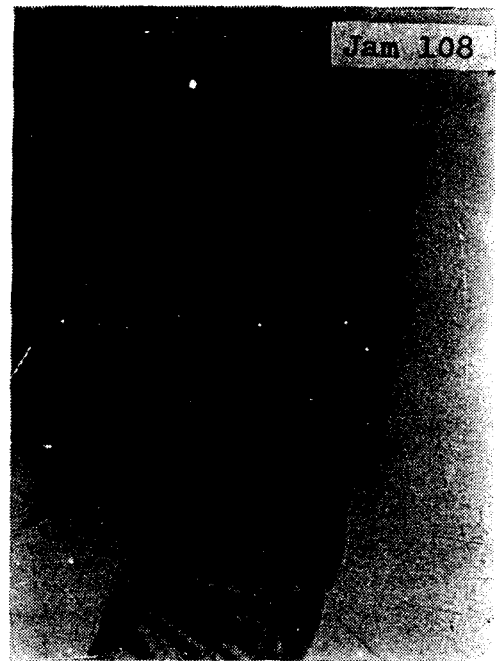
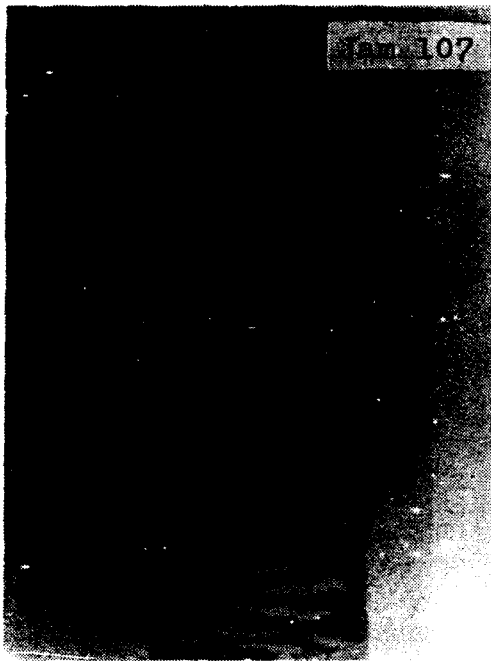


Fig. 6. Cross section of the posterior division of the silk gland at 96 hours after the fourth moulting with various parents, $\times 1,500$. Akibana: N_2

後部絹絲腺의 繭絲生成能力과 直接 關係되는 繭絲量 (mg)對 後部絹絲腺重(g) 比는 多絲量品種 1,038로서 少絲量品種 859에 比하여 增加되었는데 이것은 後部絹絲腺細胞의 繭絲物質生成機能이 多絲量品種에서 向上 되기 때문인 것으로 思料된다.

다. 後部絹絲腺의 組織學的 觀察
家蠶 5齡幼蟲期 後部絹絲腺의 組織學的 觀察에 있어 서 細胞核의 形態는 그림 5 에 서와 같이 繭絲物質의 生合成이 가장 活潑한 5齡 96時間제 가장 크고 모양이 多樣하며 192時間제에는 核의 크기가 減縮되고 그 모

양이單純해지며 吐絲後 繭絲物質 生合成이 終了되는 216時間에는 核이 顯著히 작아지고 圓形을 取하였다

5齡 92時間에 蠶品種別 後部絹絲腺의 細胞形態는 그림 6에서와 같이 核의 形態 및 크기는 多絲量系 品種인 蠶107 및 蠶108에 비하여 少絲量系 品種中 繭絲生成量이 더욱 적은 N₂ 및 C₆₀은 核의 크기가 比較的 작고 分枝가 적은 傾向을 보였다.

後部絹絲腺의 組織學的 觀察에서 絹絲腺細胞核은 5齡 96時間에 가장 크고 多様な 形態를 取하며 吐絲가 進行되는 5齡 192時間에는 크기가 多少 減縮되고 5齡 216時間에 吐絲가 終了된 後에는 크기가 顯著히 減少되고 圓形을 取하였다. 이와 같은 核의 形態의 變化는 繭絲物質生合成이 細胞內에서 活潑히 展開되는 時期에 核에 顆粒狀物이 核에서 遊離되어 細胞質로 移轉되는 때문이다. 反對로 蛋白質合成이 低調한 時期에는 核에 대한 顆粒狀物의 集積도 적고 核에서 細胞質로 流出이 적기 때문이다. 따라서 繭絲物質生合成이 活潑한 時期에 核의 크기 및 分枝가 增大하고 繭絲物質合成이 低調할때 核이 작아지고 單純化되는 것으로 推測되며 이것은 赤井의 報告와도 一致된다. 한편 蠶品種別로 繭絲物質生合成이 가장 活潑한 5齡 96時間에 絹絲腺細胞核의 形態의 差異에 있어서 多絲量品種인 蠶107 및 蠶108에 비하여 少絲量系品種中 N₂ 및 C₆₀ 등이 細胞核의 크기와 分枝가 多少 減少된 傾向을 보였다. 이것은 細胞內核酸 特히 RNA合成量이 多絲量品種에 비하여 적고 繭絲物質 生合成活動이 多絲量品種에 비하여 緩慢하기 때문인 것으로 思料되지만 이것이 品種의 特性에 起因하는 것인지는 今後 檢討되어야 할 것이다.

II. 後部絹絲腺의 核酸合成量과 繭絲生成量과의 關係

本實驗에서는 繭絲生成量의 差異가 있는 家蠶의 原種과 그 F₁ 交雜種에 대하여 5齡 經過日數別로는 RNA 및 DNA를 分析하였고 品種間差異는 5齡 6日째 RNA를 比較分析하였다.

1. 材料 및 方法

實驗 I의 8個原種과 8個 F₁交雜種에 대하여 5齡 6日째에 抽出된 後部絹絲腺의 RNA 含量과 繭絲物質生合成이 急激히 增大되는 5齡 3日을 前後한 5齡 2日째와 4日째 多絲量系 3個品種(蠶107, 蠶108 및 蠶111)과 少絲量系 3個品種(N₁, N₂ 및 C₁₂)에 대한 後部絹絲腺의 RNA 및 DNA含量을 Schmidt-Thannhauser-Schneider 變法에 따라 各各 調査하였다. 蠶 111 및 C₆₀과 그 F₁(蠶 111×C₆₀)에 대하여는 5齡 經過日數別로

後部絹絲腺의 RNA含量 變化를 同一方法으로 調査하였다. 即 -60°C에 保管된 後部絹絲腺을 1回 試料로서 各各 0.2g씩을 取하여 Schmidt-Thannhauser-Schneider 變法에 따라 homogenate를 만들고 10% 및 5% trichloroacetic acid 溶液에서 冷凍遠心分離하여 脂質分劃을 除去한 後 0.3N-KOH 溶液에 의한 알카리分解로 RNA

Posterior div. silk gland(200mg)

Homogenized in 4ml of 0.05M Tris-HCl buffer(pH 7.5)

Suspended in 4ml of 10% cold Trichloroacetic acid (T.C.A)

Centrifuged at 3,000 r.p.m. for 10min.

Precipitate

Washed with 8ml of 5% cold T.C.A.

Kept in cold water bath for 15 min.

Centrifuged at 3,000 r.p.m. for 10min.

Precipitate

Suspended in 12ml of Ethanol: Ether=1:1

Kept in 50°C water bath for 15min.

Centrifuged at 3,000 r.p.m. for 10 min.

Precipitate

Suspended in 12ml of Ethanol: Ether=1:1

Centrifuged at 3,000 r.p.m. for 10min.

Precipitate

Suspended in 8ml of 0.3N KOH

Kept at 37°C for 18 hrs.

Suspended in 0.4ml of 6N-HCl

Suspended in 0.8ml of 60% Perchloric acid(P.C.A.)

Centrifuged at 3,000 r.p.m. for 10min.

Supernatant RNA fraction 1

Precipitate

Suspended in 6.8ml of 5% P.C.A. for 10min.

Centrifuged at 3,000 r.p.m. for 10min.

Supernatant ...RNA fraction 2

RNA fraction 1+RNA fraction 2

Measured O.D. at 260 mμ in spectrophotometer

Precipitate

Suspended in 8ml of 5% P.C.A.

Kept in boiling water for 15min.

Centrifuged at 3,000 r.p.m. for 10min.

Supernatant ...DNA fraction 1

Precipitate

Suspended in 8ml of 5% P.C.A.

Centrifuged at 3,000 r.p.m. for 10min.

Supernatant ...DNA fraction 2

DNA fraction 1+DNA fraction 2

Measured O.D. at 260mμ in spectrophotometer

Fig. 7. Procedures of both RNA and DNA determination of silk gland.

를 mononucleotide로 만든후 perchloric acid 溶液中에서 冷凍遠心分離하여 RNA 分割 및 DNA 分割을 抽出한다.

이렇게 抽出된 RNA 및 DNA 分割을 光電比色計를 使用 260m μ 에서 吸光度를 測定하여 RNA 및 DNA 含量을 算出하였다.

2. 結果 및 考察

가. 家蠶 5齡幼蟲期中 後部絹絲腺의 核酸合成量 變化 繭絲生成量이 다른 家蠶 品種別로 繭絲物質이 分泌되는 後部絹絲腺의 5齡幼蟲期中 RNA 및 DNA 合成量 變化를 調査한 結果 多絲量系品種인 蠶111과 少絲量系品種인 C₆₀에 대한 後部絹絲腺 RNA 合成量은 그림 8 에서와 같이 中部絹絲腺重의 增大와 더불어 兩品種 모두 5齡 6日째까지 繼續 增加되었으나 少絲量系인 C₆₀이 多絲系인 蠶111에 比하여 5齡 3日以後 緩漫히 增加되는 傾向이었으며 또한 5齡 6日째 3種의 F₁ 交雜種에 대한 後部絹絲腺 RNA含量을 比較하여 보면(그림 9) 少絲量系品種間의 交雜種인 N₂×C₆₀의 RNA含量은 兩原種에 比하여 各各 顯著히 增加되었으나 多絲量系品種間의 交雜種인 蠶111×蠶114의 RNA含量은 兩原種에 比하여 若干의 增加를 보였고 蠶111×C₆₀의 RNA含量은 兩原種 平均値(MP)보다는 增加되었으나 蠶111에 比하여는 多少 減少되었다.

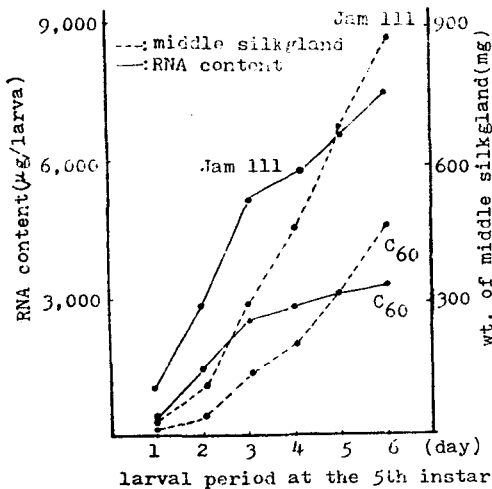


Fig. 8. Variation of the RNA content of posterior silk gland and weight of middle silk gland during the 5th instar.

한편 家蠶의 5齡幼蟲期中 繭物質 生成成이 急激히 活潑해지게 되는 5齡 3日을 前後하여 後部絹絲腺의 RNA 및 DNA 生成成量이 蠶品種別로 어떻게 變化하

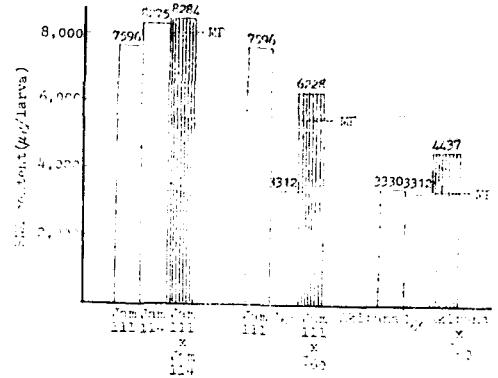


Fig. 9. Comparison of the RNA content of posterior silk gland between the parents and their F₁ hybrids on the 6th day stage of 5th instar.

는가를 調査한 結果 表 3 에서와 같이 RNA 合成量은 多絲量系 品種에서는 5齡 2日 2,455 μ g에서 5齡 4日에는 5,141 μ g으로 209%의 增加를 보였으나 少絲量系는 平均 178%의 增加率을 보였다.

DNA 合成量에 있어서는 少絲量系 品種은 多絲量系 品種의 約 1/2 程度로서 5齡 2日 143 μ g에 比하여 5齡 4日에는 199 μ g으로서 140%의 增加를 보였으나 多絲量系 品種은 同一 期間에 167%의 增加率을 보였다.

蠶品種別 RNA 對 DNA는 表 4 에서와 같이 5齡 2日 多絲量系 平均이 11.04로서 少絲量系 9.51 보다 높았으며 5齡 4日째에는 多絲量系 平均이 13.81, 少絲量系 平均이 12.11로서 各各 5齡 2日째보다 增加하였다. 即 DNA에 의한 RNA 生成能力은 多絲量系 品種에서 높았다.

家蠶後部絹絲腺의 RNA 合成增加와 함께 中部絹絲腺이 增大된 것은 繭絲物質生成成에 RNA가 緊密히 關與하는 것을 意味하며 5齡 6日째 後部絹絲腺의 RNA 含量(μ g/頭)은 多絲量系인 蠶111이 7,596이며 少絲量系 C₆₀은 3,312이었다. 이러한 差異는 蠶111의 後部絹絲腺重이 422mg/頭인데 比하여 C₆₀은 230mg/頭로서 56%程度이며 또한 後部絹絲腺의 單位 무게당 RNA含量(mg/g)이 14.4로서 蠶111의 18.0에 比하여 낮기 때문이다. 한편 F₁ 交雜種의 RNA含量에 있어서 少絲量系間의 交雜種이 多絲量系間의 交雜種에 比하여 RNA含量이 兩原種에 있어서 보다 顯著히 增加된 것은 繭絲生産量에 대한 雜種強劣效果가 少絲量系 交雜種에서 向上되는 것과 一致되었다.

家蠶의 後部絹絲腺에서 DNA의 量的 增大는 基本的으로 2"式으로 行하여지는데 絹絲腺은 胚子發生前期에 細胞分裂이 行하여지고 後部絹絲腺 細胞數는 1頭當 約 900個 程度(重松, 竹下 1968)로서 後部絹絲腺 細胞分

Table 3. Variation of RNA and DNA contents of posterior silkgland between 2nd and 4th day of the 5th instar.

varieties of silkworm		larval period	RNA ($\mu\text{g}/\text{larva}$)			DNA ($\mu\text{g}/\text{larva}$)		
			2nd	4th	increase (%)	2nd	4th	increase (%)
longer silk yielding group	Jam 107		2,379	4,902	206	204	334	164
	Jam 108		2,416	4,996	207	223	372	167
	Jam 111		2,570	5,524	215	242	415	171
Mean			2,455	5,141	209	223	374	167
shorter silk yielding group	N ₁		1,521	2,797	184	161	218	135
	N ₂		1,121	1,944	173	120	169	141
	C ₁₂		1,432	2,520	176	147	210	143
Mean			1,358	2,420	178	143	199	140

Table 4. The RNA/DNA ratio of various varieties of silkworm in the posterior silkgland on the 2nd and 4th day of the 5th instar

varieties of silkworm		larval period	2nd day of 5th instar	4th day of 5th instar
longer silk yielding group	Jam 107		11.66	14.68
	Jam 108		10.83	13.43
	Jam 111		10.62	13.31
Mean			11.04	13.81
shorter silk yielding group	N ₁		9.45	12.83
	N ₂		9.34	11.50
	C ₁₂		9.74	12.00
Mean			9.51	12.11

裂終了時에 그細胞數는 2¹⁰로 되며 이段階까지는 1細胞當 2 ploids씩 存在하는 것으로 考慮될 수 있다. 그以後 5齡中期까지는 細胞分裂없이 DNA만의 複製가 이루어지는 것으로 推定되는데 만일 多絲量系 品種의 경우 最終적으로 n回까지 DNA複製가 이루어져 DNA生成量이 374 μg 로 되었다면 同一時期까지 DNA生成량이 199 μg 으로써 多絲量系の 約 1/2程度인 少絲量系 品種의 DNA 複製回數는 n-1회가 될 것이다.

따라서 5齡 2日과 4日 사이에 後部絹絲腺의 DNA 生成率이 多絲量系 品種이 167% 增加된 것에 比하여 少絲量系는 140% 增加率만을 보인 것은 이와 같은 後部絹絲腺 DNA 複製回數의 差異와 關聯되는 것으로 생각되며 家蠶 後部絹絲腺에서 生成되는 RNA 對 DNA 比가 多絲量系 品種에서 높았는데 이것은 DNA에 의한 RNA 生成效率이 少絲量系에 比하여 多絲量系 品種이 높다는 것을 의미하며. 이러한 RNA 生成效率은 RNA 量이 繭絲量과 對應하는 것으로서 遺傳性을 갖는 것으로 고려된다.

나. 後部絹絲腺 RNA含量과 繭絲物質生成量과의 關係
繭絲生成量이 다른 家蠶品種의 後部絹絲腺 單位 무게 당 RNA含量은 表 5에서와 같이 多絲量系 品種이 平均 18.7(mg/g)로서 少絲量系의 平均 15.2(mg/g)보다 26%가 높았으나 總 RNA含量($\mu\text{g}/\text{頭}$)은 多絲量系가 少絲量系에 比하여 後部絹絲腺의 顯著한 增大에 따라 多絲量系 平均이 7,782 $\mu\text{g}/\text{頭}$ 로서 少絲量系 平均 3,986 $\mu\text{g}/\text{頭}$ 보다 95%가 높았다. 또한 繭絲量(mg/頭)도 이와 같은 比例로 多絲量系가 433로서 少絲量系 221에 比하여 顯著히 높았고 後部絹絲腺 RNA含量(mg/g)과 繭絲量사이에는 그림 10 및 그림 11에서와 같은 높은 正相關이 認定되었다.

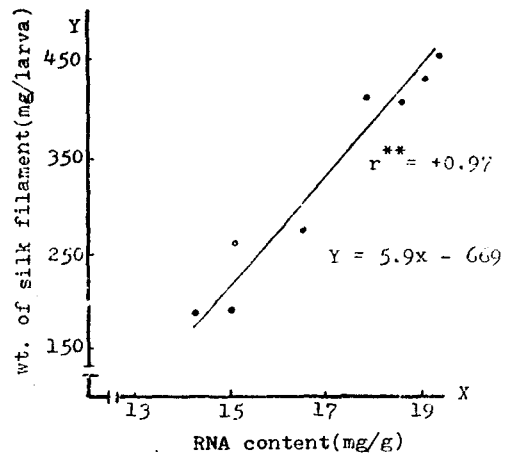


Fig. 10. Correlation between the RNA content of posterior silkgland and weight of single silk filament in the F₁ hybrids.

한편 多絲量系와 少絲量系 蠶品種間의 F₁交配組合에 있어서 RNA含量(mg/g) 및 總含量($\mu\text{g}/\text{頭}$)은 表 6에서와 같이 多絲量系 F₁ 即 繭絲量 및 繭層比率이 높은 品種에서 增加되므로서 後部絹絲腺 RNA含量(mg/g)

Table 5. Varietal differences in the RNA content of posterior silk gland on the 6th day of the 5th instar and silk production among the parents.

item		RNA content		wt. of single silk filament (mg)	percentage of cocoon shell (%)
		mg/g	μg/larva		
longer silk yielding group	Jam 107	18.4	7,544	412	22.7
	Jam 108	19.0	7,714	428	23.8
	Jam 111	18.0	7,596	436	23.0
	Jam 114	19.2	8,275	457	23.4
mean		18.7	7,782	433	23.2
shorter silk yielding group	N ₁	16.4	4,789	277	17.6
	N ₂	15.0	3,330	181	13.9
	C ₁₂	15.2	4,514	261	15.0
	C ₆₀	14.4	3,312	182	13.5
mean		15.2	3,986	225	15.0

Table 6. Varietal differences in the RNA content of posterior silk gland on the 6th day of the 5th instar and silk production in the F₁ hybrids

item		RNA content		wt. of single silk filament (mg)	percentage of cocoon shell (%)
		mg/g	μg/larva		
F ₁ hybrids					
Jam 107 × Jam 108		18.6	8,277	481	22.9
Jam 111 × Jam 114		19.0	8,284	488	22.4
Jam 107 × C ₁₂		16.7	6,446	408	19.4
Jam 111 × C ₆₀		17.3	6,228	377	18.7
N ₁ × Jam 108		17.1	6,635	411	20.3
N ₂ × Jam 114		16.5	5,940	351	18.2
N ₁ × C ₁₂		15.7	5,024	316	17.4
N ₂ × C ₆₀		15.3	4,437	254	14.5

Table 7. Difference in the RNA content of posterior silk gland and silk production according to the mode of crossing

item		RNA content		wt. of single silk filament (mg)	percentage of cocoon shell (%)
		mg/g	μg/larva		
mode of crossing					
normal crossing	Jam 107 × C ₁₂	16.7	6,446	408	19.4
	Jam 108 × N ₁	18.0	6,264	402	19.7
	Jam 111 × C ₆₀	17.3	6,228	377	18.7
	Jam 114 × N ₁	16.6	5,910	383	19.3
back crossing	C ₁₂ × Jam 107	16.8	5,947	398	18.8
	N ₁ × Jam 108	17.1	6,635	411	20.3
	C ₆₀ × Jam 111	16.7	5,778	379	18.3
	N ₁ × Jam 114	17.8	6,194	410	20.2

과 繭層比率은 正比例의 關係에 있었다. 多絲量 및 少 (mg/g) 및 繭絲生産量은 表 7에서와 같이 有意差가 認
絲量 品種間의 正交配와 逆交配 F₁에 있어서 RNA含量 定되지 않았다.

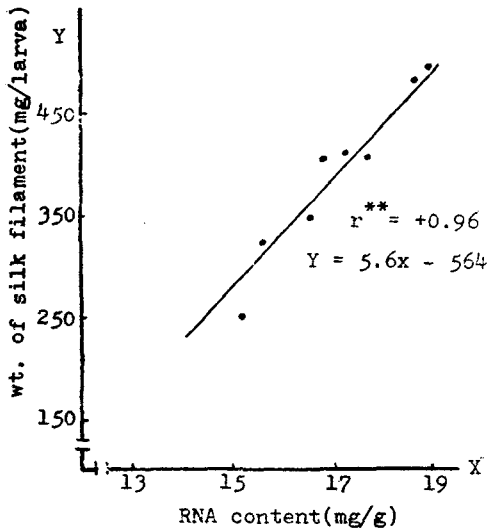


Fig. 11. Correlation between the RNA content of posterior silk gland and weight of single silk filament in the F₁ hybrids.

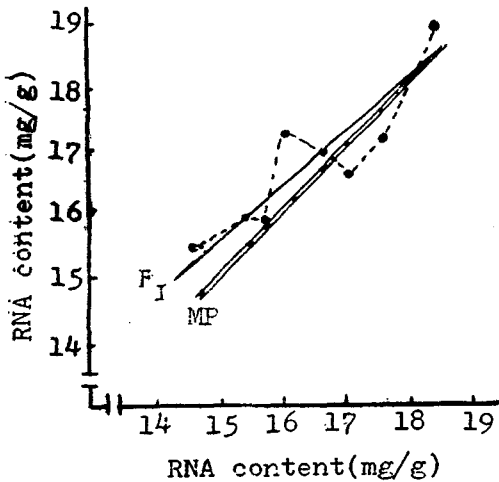


Fig. 12. Correlation of mid parent value (MP) and it's F₁ hybrid value in the RNA content per unit weight of posterior silk gland.

한편 後部網絲腺 RNA含量(mg/g) 및 함유에 대한 F₁ 交雜種과 兩原種平均値와의 關係는 그림 12 및 그림 13에서와 같이 各各의 含量이 낮은 品種에서는 F₁ 交雜種의 값이 兩原種의 平均値에 比하여 높았으나 그 差는 RNA 含有率 및 含量이 높은 品種으로 갈수록 減少되는 傾向이었다.

後部網絲腺의 單位 무게當 RNA合成量이 多絲量系 品種에서 增加된 것은 網絲腺細胞의 繭絲物質生成機能 向上을 爲하여 單位細胞當 RNA生成量 增加가 隨伴되 어야 하며 이러한 性質은 生物的 遺傳特性에 依하여도

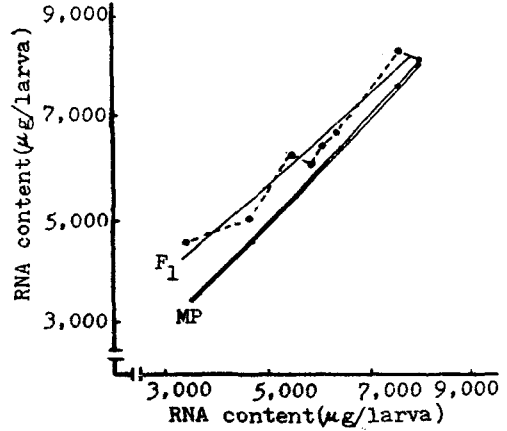


Fig. 13. Correlation of mid parent value (MP) and it's F₁ hybrid value in the RNA content per larva of posterior silk gland.

影響을 받기 때문이라고 생각된다.

多絲量系品種과 少絲量系品種의 正交配 및 逆交配 F₁ 品種間 RNA 含有率에 差異가 있는 것은 繭絲生成 量에 있어서 正交와 逆交間에 有意差가 없는 것과 關係되는 것으로 推定되며 F₁ 交雜種의 後部網絲腺 RNA 含有率 및 含量이 兩原種의 平均値보다 增加하는 것은 原田 (1961)가 報告한 原種과 그 F₁ 交雜種間의 繭絲 生產量에 對한 雜種強勢現象과 關係가 있는 것으로 생각되나 그 原因에 대하여는 母 genom과 父 genom 間의 相互作用 또는 遺傳子와 細胞質의 相互作用에 起 因하는 것으로 報告되어 있으며 (大長 1971) 今後에도 이 問題는 研究되어야 할 것이다.

II. 後部網絲腺의 아미노酸組成 差異

本 實驗에서는 繭絲生成量이 다른 家蠶品種의 原種 과 그 F₁ 交雜種에 對한 後部網絲腺의 아미노酸組成 差異와 蠶品種別 繭絲生成量과 後部網絲腺의 아미노酸 組成과의 關係를 究明코져 하였다.

1. 材料 및 方法

實驗 I의 原種 4個品種 蠶107, 蠶108, N₁ 및 C₁₂와 그 F₁ 交雜種 4個品種 蠶107×蠶108, 蠶107×C₁₂, N₁ × 蠶108 및 N₁×C₁₂에 대하여 5齡 6日째 摘出된 後部 網絲腺의 아미노酸組成을 自動아미노酸分析機를 利用하여 다음과 같이 分析하였다. 即 加水分解는 雁野 (1963)의 方法에 따라 冷凍保管中인 後部網絲腺을 各 各 30mg씩 取하여 12×120mm 유리튜브에 넣고 6N-HCl 2ml를 加한 後 유리튜브를 가스버너로 封刀한다. 이와 같이 封刀된 유리튜브는 110°C, 22時間 電氣 氣 中에서 加水分解한後 유리튜브를 切開하여 試料를 비커로 옮 기고 沸騰水浴上에서 乾固하고 다시 蒸溜水 3ml를 加

Table 8. Amino acid composition of silk protein and silk gland, *Bombyx mori* L. (unit: gram per 100g)

Amino acids	posterior silk gland	*middle silk gland	*fibroin	*sericin	*cocoon shell
Glycine	22.8	31.4	42.8	8.8	33.6
Alanine	34.8	25.9	32.4	4.0	25.0
Leucine	3.0	1.4	0.7	0.9	1.0
Isoleucine	2.4	1.9	0.9	0.6	1.5
Valine	4.2	3.1	3.0	3.1	3.2
Arginine	1.2	2.7	0.9	4.2	1.7
Histidine	1.0	1.2	0.3	1.4	0.7
Lysine	1.3	1.6	0.5	5.5	1.2
Aspartic acid	3.6	7.5	1.6	16.8	5.5
Glutamic acid	6.7	3.9	1.4	10.1	2.1
Serine	9.1	21.1	14.7	30.1	16.0
Threonine	1.8	4.6	1.2	8.5	3.0
Phenylalanine	3.2	2.9	1.2	0.6	1.1
Tyrosine	7.3	12.1	11.8	4.9	12.4
Proline	3.5	0.5	0.6	0.5	0.5

* Cited from Kirimura (1957)

Table 9. Amino acid composition of the posterior silk gland of the parents, *Bombyx mori* L. (unit: gram per 100g)

Amino acids	longer silk yielding varieties			shorter silk yielding varieties		
	Jam 107	Jam 108	mean	N ₁	C ₁₂	mean
Aspartic acid	2.35	2.83	2.59	3.16	2.08	2.98
Threonine	0.91	1.40	1.16	1.28	1.45	1.37
Serine	6.92	6.81	6.87	8.04	6.28	7.16
Glutamic acid	5.39	6.80	6.10	5.88	5.63	5.76
Proline	3.01	3.62	3.32	2.13	3.01	2.57
Glycine	21.99	20.40	21.20	21.65	19.22	20.44
Alanine	33.88	32.33	33.11	32.44	30.67	31.56
Valine	4.79	5.38	5.09	4.56	5.33	4.95
Isoleucine	2.53	3.09	2.81	2.11	2.65	2.38
Leucine	4.02	4.66	4.34	3.19	4.34	3.77
Tyrosine	7.27	6.69	6.98	7.17	7.18	7.18
Phenylalanine	3.59	1.19	3.89	3.24	3.99	3.62
Lysine	2.65	2.56	2.61	1.64	2.86	2.25
Histidine	1.26	1.20	1.23	0.62	1.40	1.01
Arginine	4.42	4.23	4.33	2.37	4.91	3.64
Ammonia	1.54	1.40	1.47	1.25	2.42	1.84
total	106.52	107.59	107.10	100.73	103.42	102.48

하고 乾固를 2~3回 反復하므로써 鹽酸을 完全히 蒸發 除去했다. 完全히 乾固된 試料는 pH 2.2의 稀釋用緩衝 溶液으로 5ml가 되도록 溶解시켰다. 이 試料液 2ml에 대하여 Column Chromatography를 實施하였으며 Hitachi KLA-3B形 自動아미노酸 分析機를 使用하였다.

2. 結果 및 考察

가. 家蠶絹絲腺의 아미노酸 組成

家蠶 幼蟲의 5齡 6日째 後部絹絲腺 및 中部絹絲腺의 아미노酸 組成 差異를 比較하여 보면 表 8에서와 같이 fibroin이 生合成되는 部位인 後部絹絲腺에서는 Alanine

Table 10. Amino acid composition of the posterior silk gland of the F₁ hybrids, *Bombyx mori* L.
(unit: gram per 100 g)

F ₁ hybrids	Jam107×Jam108	Jam107×C ₁₂	N ₁ ×Jam108	N ₁ ×C ₁₂
Amino acids				
Aspartic acid	3.63	6.29	2.87	4.33
Threonine	1.83	2.19	1.28	1.87
Serine	9.12	8.97	7.59	8.52
Glutamic acid	6.71	6.62	7.04	6.28
Proline	3.45	2.64	3.16	3.23
Glycine	22.84	19.74	12.17	23.67
Alanine	34.83	31.66	32.46	26.74
Valine	4.16	3.87	4.97	4.55
Isoleucine	2.42	2.21	2.57	2.00
Leucine	2.96	3.79	4.17	3.41
Tyrosine	7.26	5.90	7.40	6.77
Phenylalanine	3.21	2.81	2.98	3.49
Lysine	1.27	3.02	2.82	2.53
Histidine	1.01	1.16	0.92	0.87
Arginine	1.24	1.98	3.26	3.44
Ammonia	1.25	3.11	1.56	2.76
total	107.19	105.36	106.22	104.46

Table 11. Comparison of amino acid composition in the posterior silk gland between parents and the F₁ hybrids.

Combiners	Jam107 & Jam 108	Jam 107 & C ₁₂	N ₁ & Jam 108	N ₁ & C ₁₂	Remark
	MP: F ₁ hybrid	MP: F ₁ hybrid	MP: F ₁ hybrid	MP: F ₁ hybrid	MP: F ₁ hybrid
Amino acids					
Aspartic acid	<	<	>	<	≡
Threonine	<	<	>	<	≡
Serine	<	<	<	<	<
Glutamic acid	<	<	<	<	<
Proline	<	>	<	<	≡
Glycine	<	>	<	<	≡
Alanine	<	>	<	>	=
Valine	>	>	=	>	>
Isoleucine	>	>	>	>	>
Leucine	>	>	<	>	≡
Tyrosine	<	>	<	>	=
Phenylalanine	>	>	>	>	>
Lysine	>	<	<	<	≡
Histidine	>	>	<	>	≡
Arginine	>	>	>	>	>
Ammonia	>	<	>	<	≡

MP: mid parent value

34.8%, Glycine 22.8%이었으나 後部絹絲腺에서 生成된 fibroin이 吐絲前까지 貯藏되며 sericin이 生成되는 中部絹絲腺에서는 Glycine 31.4%, Alanine 25.9

%로서 Glycine 含量이 Alanine 보다 反對로 增加되었고 吐絲된 fibroin에서는 Glycine 42.8%, Alanine 32.4%이었다.

繭絲의 75%를 點有하는 繭蠶 fibroin이 生合成되는 部位인 家蠶 後部網絲腺과 生成된 fibroin이 貯藏되고 sericin이 分泌되는 中部網絲腺 및 繭絲 fibroin間的 아미노酸 組成差異에 있어서 後部網絲腺에서는 Alanine > Glycine이었으나 中部網絲腺에서 Glycine > Alanine으로 된것은 fibroin의 生合成過程에서 일어나는 아미노基 轉移反應(小出等 1955; 1956)에 따라 蠶體內에서 繭絲物質 生合成素材인 아미노酸이 必要에 따라 轉移되어 利用되기 때문인 것으로 推測되나 今後 正確한 轉移過程에 對하여는 研究되어야 할 것이다. 後部網絲腺의 아미노酸組成에 있어서 Alanine 含量이 Glycine 보다 많다는 것은 家蠶 後部網絲腺 顆粒體에서 分離한 Peptide의 아미노酸組成에서 一部 後部網絲腺 分割에 Alanine이 Glycine 보다 많이 含有되어 있다는 志村의 報告가 있다.

나. 家蠶品種別 後部繭絲腺의 아미노酸組成 差異
 繭絲 生産能力이 다른 家蠶品種의 後部絲腺 아미노酸 組成은 表 9에서와 같이 各品種 모두 Alanine의 含量이 가장 높았는데 多絲量系 平均 33.11% 少絲量系 平均 31.56%이었고 다음이 Glycine으로서 多絲量系 21.20% 少絲量系 20.44%이었으며 多絲量系와 少絲量系 品種間的 F₁ 交配組合에 있어서의 後部網絲腺 아미노酸 組成은 表 10에서와 같이 多絲量系 品種으로 될수록 Glycine, Alanine 및 Serine의 含量이 높았다. 即 蠶107×蠶108은 이들 3種 아미노酸의 含量이 66.79%로 가장 많았고 蠶107×C₁₂은 59.77%이었으며 N₁×C₁₂은 58.93%이었다. 또한 Valine, Leucine, Arginine 등의 含量은 多絲量系에서 少絲量系로 갈수록 增加되었으나 His.은 減少 傾向을 보였고 Threonine, Phenylalanine, Lysine 등은 同一 水準이었다.

한편 家蠶 原種과 交雜種 間的 後部網絲腺 아미노酸 組成差異에 있어서 原種 4個 品種과 交雜種 4個 品種을 比較하여 보면 表 11에서와 같이 交雜種에 比하여 原種에 比較的 많이 含有된 아미노酸 種類는 Valine, Isoleucine, Phenylalanine, Leucine, Histidine Arginine 등이었고 交雜種에 많이 含有된 아미노酸은 Glycine, Serine, Glutamic acid, Aspartic acid, Proline, Threonine 및 Lysine 등이었으며 Alanine 및 Tyrosine 含量은 原種과 交雜種間에 同一 水準이었다.

家蠶의 原種과 交雜種의 後部網絲腺 아미노酸組成 差異에 있어서 누에 成長에 必要한 아미노산(伊藤, 荒井 1965)인 Valine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine 및 Agrinine 등이 交雜種에 比하여 原種에 比較的 많이 含有되어 있고 Glycine, Serine, Glutamic acid, Aspartic acid 및 Proline 등의 非營養性 아미노酸은 交雜種에 比較的 많이 含有되어 있었는데 이와

같은 現象은 原種에 比하여 F₁ 交雜種의 後部網絲腺에 繭絲物質 素材의 含量이 높는데 起因하는 것이며 交雜種(F₁)이 兩 原種의 平均値보다 繭絲量 또는 繭層比率이 向上되는 雜種強勢 現象과 密接한 關係가 있는 것으로 생각된다. 即 家蠶의 繭絲物質 生産에 있어서 雜種強勢가 일어나기 위하여는 交雜種이 兩原種에 比하여 fibroin이 生合成되는 後部網絲腺에 營養性 아미노酸 보다 繭絲物質 素材인 非營養性 아미노酸의 含量이 增加해야 할 것이다.

Table 12. Variation of GAS profile in F₁ hybrids.

varieties	item	content of *GAS(%)	percentage of cocoon shell(%)	wt. of single silk filament (mg)
Jam107×Jam108		66.79	22.9	481
N ₁ ×Jam108		61.22	20.3	411
Jam107×C ₁₂		59.77	19.4	408
N ₁ ×C ₁₂		58.93	17.4	316

* GAS : Glycine+Alanine+Serine

한편 家蠶의 繭絲生産力이 다른 品種間的 F₁ 交配育成에 있어서 網 fibroin이 生合成되는 後部網絲腺의 아미노酸組成中 網絲 構成의 主要 아미노酸인 G.A.S. (Glycine+Alanine+Serine)의 含量이 繭絲生成量이 많은 F₁ 交配組에서 增加되었는데 (表 12) 이것은 後部網絲腺의 G.A.S. 含量이 繭絲物質 生成效率와 密接한 關係가 있음을 證明하는 것이며 特히 繭絲蛋白合成이 活潑하게 됨에 따라 攝取한 主要 繭絲蛋白의 構成素材가 少絲量系品種에 比하여 多絲量系品種에 있어서 後部網絲腺에 보다 集中的으로 供給되고 (松岡, 1977) 繭絲生成效率를 높이기 위하여 이와 같이 供給된 繭絲蛋白 素材로부터 繭絲 構成의 主要 아미노酸인 G.A.S. 生成량이 多絲量系品種의 後部網絲腺에서 增大되기 때문이며 이러한 性質은 生理的 特性인 것으로 思料된다.

綜 合 考 察

家蠶網絲腺은 多絲量品種일수록 蠶體重에 대한 相對的 成長이 增大되는데 이것은 體成長增大보다는 繭絲 生成 效率增大에 重點을 두어 選拔育成하기 때문이며 이와 같이 選拔된 多絲量品種은 누에가 食下한 窒素量의 網絲腺에 대한 分配率이 少絲量品種에서보다 增加된다는 事實이 究明되었다 (松岡等, 1977). 또한 繭絲 生成效率이 높은 多絲量品種으로 될수록 網絲腺 增大外에 網絲腺의 單位體重當 繭絲生成能力의 向上이 品種의 面에서 要求되며 網絲腺細胞의 繭絲物質 生成機能에 關與하는 要因이 品種特性으로 表現되었다.

繭絲生産량이 다른 蠶品種의 後部網絲腺을 組織學的

인 면에서 觀察할 때 5齡經過別 細胞內核의 形態的 變化에서 菌絲物質合成이 急激히 增大되는 時期 即 5齡 96時間제에 核의 活動이 急激히 增大되므로 核의 크기 및 分枝數가 增大되는 것이 觀察되었는바 이것은 菌絲蛋白造成이 旺盛한 時期에 細胞核의 分枝가 一層 顯著하다는 山內(1922)와 田中(1928)의 報告와 一致하였고 이러한 事實은 電子顯微鏡에 의한 觀察(赤井 1964)에서도 보다 詳細하게 確認되었다. 即 網絲腺細胞에 있어서 菌絲蛋白造成이 活潑한 時期에 核仁에 核蛋白顆粒이 多數集積되고 이들 顆粒狀物이 核仁에서 遊離되어 一部가 細胞質로 移轉하여 細胞質에 대한 蛋白合成에 關與하고 菌絲蛋白造成이 低調한 時期에는 核仁에 대한 核蛋白顆粒의 集積도 적고 核에서 細胞質로의 流出 또는 核의 細胞質에 대한 蛋白合成關與도 低下하는 것으로 推察된다.

한편 菌絲蛋白 生合成이 가장 活潑한 5齡 96時間제에 蠶品種別 後部網絲腺 細胞核의 形態的 變化에서는 少絲量系 品種中 菌層比率 13%內외의 極少絲量系 品種인 N_2 및 C_{60} 은 多絲量系 品種인 蠶107 및 蠶108에 比하여 多少 核의 分枝數가 적고 單純한 形態를 보았는데 이것은 核酸 특히 RNA의 合成量이 多絲量品種에 比하여 적기 때문에 極少絲量品種에서는 後部網絲腺의 菌絲物質生合成이 5齡 4日에도 多絲量品種에 比하여 緩慢히 進行되는 것이 組織學的인 면에서도 認定되는 것으로 볼 수 있다.

5齡經過別 後部網絲腺의 核酸合成에 있어서 菌絲物質生合成이 急激히 增大되는 5齡 3日을 前後한 5齡 2日에서 4日사이의 DNA 增加率이 多絲量系品種이 少絲量系品種에 比하여 높았고 5齡 4日째 多絲量系品種의 平均 DNA含量은 $374\mu\text{g}/\text{頭}$ 인데 反해 少絲量系品種平均은 約半程度인 $199\mu\text{g}/\text{頭}$ 인 것으로 보아 同一時期까지 多絲量系 品種의 DNA 複製回數가 n 回(2^n) 이루어졌다고 하던 少絲量系品種은 $n-1$ (2^{n-1})가 행하여졌을 것으로 推定되며 倉田等(1974)의 報告와도 一致된다.

RNA 對 DNA比가 多絲量系品種에서 增加된 것은 DNA에 의한 RNA生合成率이 少絲量系品種에 比하여 多絲量系品種에서 向上된 것은 意味하며 後部網絲腺의 菌絲生合成率에 關與되는 것으로 判斷된다.

또한 後部網絲腺 單位體重當 RNA含有率(mg/g)이 多絲量系品種에서 增加된 것은 網絲腺細胞의 菌絲物質生合成率 向上을 위하여 單位細胞當 RNA合成量의 增加가 隨伴된 것이며 이러한 性質은 品種의 特性으로 表現되기 때문이다. 한편 F_1 交雜種의 後部網絲腺 RNA含量이 兩原種의 平均値보다 增加되는 것은 原種과 그 F_1 交雜種間의 菌絲生産量에 대한 雜種強勢效果(原田

1961)와 關與되는 것으로 推測되지만 그 原因에 대하여는 今後檢討되어야 할 課題이다.

家蠶 原種과 F_1 交雜種間의 後部網絲腺 아미노酸組成差異에 있어서 一般적으로 交雜種에서는 兩原種에서 보다 菌絲物質生合成에 必要한 非榮養性 아미노酸인 Glycine, Serine 및 酸性아미노酸 等の 含量이 增加되었는데 이러한 아미노酸組成差異은 菌絲生合成率이 原種의 平均値보다 F_1 交雜種에서 增進된다는 雜種強勢效果와 關係가 있는 것으로 推定되지만 그 mechanism에 대하여는 今後研究되어야 할 것이다.

또한 菌絲生生産性이 다른 品種間의 F_1 交配組에서 多絲量系品種으로 될수록 後部網絲腺의 아미노酸組成에서 菌絲主要構成 아미노酸인 G.A.S. (Glycine, Alanine 및 Serine)의 含量이 增加되는 것이 認定되었다.

主要菌絲蛋白質의 構成素材分子는 血液을 통하여 遊離아미노酸 또는 peptide 狀으로 網絲腺에 供給되는 것과 網絲腺에서 直接生合成되는 것으로 알려졌다(福田 1957)

血液을 통하여 供給되는 경우 井口와 伊藤(1973)는 5齡起蠶의 幼蟲血液에 대한 遊離아미노酸含量의 蠶品種間差異에 있어서 遊離아미노酸의 種類 및 含量과 菌層比率間에 相關이 認定되지 않는다고 하였으나 松岡等(1977)은 食下室素量의 蠶體各組織에 대한 分配特性에 있어서 蠶品種別 食下室素量의 網絲腺에 대한 分配率은 多絲量系 品種이 少絲量系 品種에 比하여 높은 것을 認定하였다.

한편 後部網絲腺에서 直接生合成되는 경우 蛋白質의 生合成過程에서 아미노酸의 造成은 細胞核에서 遺傳情報를 얻은 m-RNA code上에 各種 아미노酸에 대하여 特異성을 갖는 t-RNA에 의해 이미 酵素의 作用을 받아 活性化된 아미노酸이 轉移되므로서 形成되는 것으로 알려졌다으며 특히 Glycine과 Alanine의 含有率이 높은 菌絲 fibroin이 生合成되는 家蠶後部網絲腺의 t-RNA는 다른 器管이나 組織에 있는 t-RNA보다 Glycine 및 Alanine을 轉移하는 t-RNA의 種類가 많은 것이 考察되었고(松崎, 1970) 菌絲生合成能力이 높은 多絲量系品種의 後部網絲腺에서 總 RNA合成의 增加와 함께 Glycine, Alanine 및 Serine을 轉移하는 t-RNA의 增加도 推想되지만 이 問題는 今後 繼續 研究되어야 할 課題이다.

摘 要

家蠶의 菌絲物質 生合成能力에 대한 網絲腺의 特異성을 究明코져 菌絲生生産性이 다른 8個 原種과 그 F_1 交雜種에 대하여 網絲腺의 成長 및 組織學的 特性, 後部網

絲腺의 RNA 및 DNA 合成과 그 아미노酸組成 등을 調査한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 繭絲生成量이 다른 家蠶品種間 F₁ 交配組를 만들 경우 多絲量 品種은 5齡幼蟲期의 蠶體重對 網絲腺重比 및 網絲腺重對 繭絲生成量比가 多絲量 品種에 比하여 增加되었다.

2) 後部網絲腺의 組織學的 觀察에서 繭絲物質合成이 活潑히 展開될 때는 細胞核의 크기 및 分枝가 增大하고 5齡 96時間제 細胞核의 形態에 있어서 繭絲生成量이 가장 적은 品種인 N₂ 및 C₆₀의 細胞核은 蠶107, 蠶108 등의 것에 比하여 크기가 작고 單純한 形態를 取하였다.

3) 家蠶 後部網絲腺의 RNA 含有率은 多絲量系 品種이 少絲量系 品種에 比하여 높았고 蠶品種間 F₁ 交配組를 만들 경우 繭絲生成量과 RNA 含有率은 正相關으로 比例하였다.

4) 家蠶 5齡幼蟲期中 5齡 3日을 前後(2日~4日) 한 後部網絲腺의 RNA 및 DNA 生成量의 增加率은 多絲量系品種이 少絲量系에 比하여 約 30%程度 높았다.

5) 家蠶 5齡幼蟲期(2~4日)의 後部網絲腺에 있어서 DNA에 의한 RNA 生成効率は 多絲量系가 少絲量系 品種에 比하여 높았다.

6) 多絲量系 蠶品種의 後部網絲腺 DNA 生成量은 5齡 4일제 374μg/頭인데 比하여 少絲量系品種은 199μg 로서 約 53%정도이었다.

7) 家蠶 後部網絲腺의 아미노酸 組成에 있어서 含有量이 가장 높은 것은 Alanine 34.8%이며 Glycine 22.8%, Serine 9.1%, Tyrosine 7.3%의 順으로서 繭絲 fibroin의 아미노酸組成과는 달리 Glycine 含量이 Alanine에 比하여 적었다.

8) 家蠶 原種과 交雜種의 後部網絲腺 아미노酸 組成에 있어서 Valine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Lysine, Histidine 및 Arginine等 蠶體成長에 對한 榮養性 아미노酸은 原種에 比較的 많이 含有되었고 Glycine Serine, Aspartic acid, Glutamic acid等 非榮養性 아미노酸과 Threonine은 F₁ 交雜種에 比較的 많이 含有되었다.

9) 繭絲 生成量이 다른 家蠶 品種間의 F₁ 交配組에 있어서 後部網絲腺의 아미노酸組成中 G.A.S. (Glycine + Alanine + Serine)含量은 多絲量品種일수록 增加되었다.

引用文獻

赤井 弘(1960) 카이코의 後部網絲腺의 分泌物의 組織學ならび에 組織化學的 觀察. 日蠶雜 Vol.29 No.3, 206-

210

赤井 弘(1963) 카이코의 網絲腺에 於ける 纖維素 生成에 關する 電子顯微鏡的 觀察. 日蠶試報告 Vol. 18, 271-282.

Akai, H. (1963) Electron Microscopical Observation on the Secretion of Fibroin in the Silk gland of the Silkworm, *Bombyx mori*. J. Sericult. Sci. Japan 33, 22-24.

赤井 弘(1964) 5齡期中에 於ける 카이코의 後部絲腺細胞의 微細形態의 變化. 日蠶試報告 Vol. 18, 475-513.

Akai H. and M. Kobayashi (1966) Cytological Studies on Silkprotein and Nucleic acid Synthesis in the Silk Gland of the Silkworm, *Bombyx mori*. Symposium Cell Chem. Japan. 17, 131-138.

赤井 弘, 片岡 敏三(1978) 網絲腺內의 液狀 纖維素의 微細構造. 日蠶雜 47, 273-278.

Arai, N. and T. Ito (1964) Amine acid Requirements of the Silkworm, *Bombyx mori* L. J. Sericult. Sci. Japan 33, 107-110.

荒井 成彦, 伊藤 智夫(1967) 家蠶의 榮養에 關する 研究, IV. 必須 아미노酸의 量的 要求에 對하여. 日蠶試報告 21, 373-384.

Attardi, G. and F. Amaldi (1970) Structure and Synthesis of Ribosomal RNA. Ann. Rev. Biochem. 39, 183-226.

崔炳熙, 金漢洙(1964) 家蠶繭絲 Fibroin의 品種別 Amino 酸分析. 韓蠶學會誌 Vol. 4, 85-95.

藤本 直正(1977) 家蠶의 繭質에 關する 選拔가 他의 形質에 及ぼす 影響. 京都工藝纖維大學會報 Vol. 8 No. 2, 48-53.

福田 紀文(1957) 蠶體內에 於ける 網絲蛋白質의 合成機構, 網絲의 構造(千曲會出版部), 65-72.

Fukuda, T. (1957) Biochemical studies on the formation of the Silk protein. IV. The Conversion of pyruvic acid to Alanine in the Silkworm Larva. J. Biochem. 44, 55-510.

雁野 重威(1963) 化學의 領域 增刊 63號, 液體 크로마토그래피 第1集, 119-134. 南江堂.

原田 忠次(1961) 家蠶의 計量形質에 現われた 雜種 強勢. 日蠶試報告 Vol. 17 No. 1, 1-52.

井口 民夫, 伊藤 智夫(1973) 家蠶幼蟲血液의 遊離 아미노酸 組成에 見られる 蠶品種의 差異에 對하여. 日蠶雜 42: (2), 105-116.

伊藤 智夫, 荒井 成彦(1965) 家蠶의 榮養에 關する 研究, Ⅷ. 아미노酸 要求ならび에 各種 蛋白質의 榮養 效果에.

- ついて。日蠶試報告 19, 345-373.
- 伊藤智夫, 荒井成彦(1966) 家蠶の アミノ酸飼料. 日農化誌 40, 110-112.
- 岩下嘉光, 管家英治(1968) ウイルス性軟化病蠶の簡易組織診断法について. 日蠶雑 38(1), 64-70.
- Jean-Pierre Garel, Richard L. Garber and M.A.Q. Siddiqui (1977) Transfer RNA in Posterior Silkgland or Bombyx mori, Polyacrylamide gel. mapping of mature Transfer RNA, Identification and Partial Structural Characterization of Major Isoacceptor Species. Biochemistry Vol. 16 No 16, 3618~3624.
- 益田豊, 島田秀彌(1977) 幼若ホルモン活性化化合物 Methopreneの投與が繭層練減率とフィブロインのアミノ酸組成に及ぼす影響. 日蠶雑 46(1), 77-78.
- 金英洙(1964) 家蠶의 蟲體, 蠶卵 및 絹絲腺(後部)의 紡績腺 RNA의 nucleotide 組成에 관한 研究. 農化學會誌 Vol. 5, 7-21.
- 桐村二郎(1957) バイオアッセイによる絹絲蛋白質の最近の分析結果. 絹絲の構造 74-80. 千曲會出版部.
- 小出英典, 長山英男, 志村憲助(1955) 蠶體組織の Transaminase について. 日農化誌 29, 987-990.
- 小出英典 穴戸孝, 長山英男 志村憲助(1956) 蠶體內に於けるアミノ酸轉移反應による Glycineの生合成について. 日農化誌 30, 283-289.
- 小林悦雄, 蒲生卓磨, 大塚雅雄(1968) 日支歐蠶品種間のダイアレル交雑によるヘテロシスの解析(I). 日蠶雑 37, 144-150.
- 倉田啓而, 竹下弘夫, 重松孟, 坂手榮(1974) 繭絲量を異にする家蠶品種の後後部絹絲腺核酸繭絲量との関係. 日蠶雑 43(4), 296-303.
- 倉田啓而, 重松孟(1977) 家蠶 4倍體およびモザイクにおける絹絲腺の核酸の消長. 日蠶雑 46(4), 338-346.
- 倉田俊一, 坂口文吾(1978) カイコのリボソーム RNA 分子の大きさと分子鎖内の存在. 日蠶雑 47(1), 35-38.
- Lehninger A.L. (1971) Biochemistry, Johns Hopkins University, Worth Publishers, 689-712.
- 松岡道男, 須藤卷正(1977) カイコ飼料の消化に関する研究Ⅱ. 蠶の人工飼料の窒素留存率におよぼす品種の影響. 日蠶雑 46(4), 279-282.
- 松崎慶子(1970) 絹絲腺轉移 RNA の特異性に関する研究. 日蠶試報告 Vol. 24 No. 5, 443-476.
- 木野重樹(1973) 核酸の一般的分離. 定量法. 16-27. 東京大學出版會,
- 中川義和, 佐竹精太郎(1962) 家蠶品種における繭層量の増加に伴う繭層練り減り率の増大について. 日蠶雑 31, 341-345.
- 新村正純, 橋本重文, 桐村二郎(1977) 實用的なカイコの人工飼料の開発. Ⅱ. 人工飼料育蠶幼蟲體液の核酸関連物質および遊離アミノ酸の分析. 日蠶雑 46(6), 469-474.
- Noguchi A., H. Takeshita and H. Shigematsu (1974) Interrelationship between the Silkgland and other Tissues in Protein Metabolism in the latest Laval Stage of the Silkworm, *Bombyx mori*. J. Insect Physiol. Vol. 20, 783-794.
- 大隈探己(1971) 人工單位生殖による家蠶の雜種強勢の遺傳學的機構の解析. 日蠶雑 40, 422-430.
- 涉川明郎(1959) 家蠶絹絲腺内の絹絲物質に関する研究. 日蠶試報告 Vol. 15, 383-401.
- 清水滋, 堀内彬明(1952) 絹絲腺細胞數と繭重, 繭層重との関係. 日蠶雑 Vol. 21 No. 1, 37-38.
- 重松孟, 小原道友子(1962) 家蠶後部絹絲腺による in Vitro でのフィブロインの合成. 日蠶試報告 Vol. 17 No. 2, 295-318.
- 重松孟, 竹下弘夫(1968) 家蠶の絹絲腺および繭生産に及ぼすガンマ線照射の影響. 日蠶試報告 Vol. 23 No. 2, 121-148.
- Shigematsu, H. Takeshita (1968) Formation of Silk Proteins by the Silkworm, *Bombyx mori*, after gamma ray irradiation in the Embryonic Stages. J. Insect Physiol. 14, 1013~1024.
- Shigematsu, H. and H. Moriyama (1970) Effect of Ecdysterone on Fibroin Synthesis in the Posterior Division of the Silkgland of the Silkworm, *Bombyx mori*. J. Insect. Physiol. 16, 2015~2022.
- 重松孟(1978) 家蠶の成長發達に伴う主要器官の成長とその構成成分に現われた幼若ホルモンの効果. 日蠶雑 47(4), 292-300.
- 志村憲助(1957) 絹絲蛋白質の生體內合成機構. 絹絲の構造(千曲會出版部), 46-64.
- 鈴木簡一郎, 一丸學(1959) 家蠶に於ける繭層量の遺傳. 日蠶雑 25(2), 153.
- 鈴木直雄(1963) 家蠶および工リ蠶絹絲腺中の遊離アミノ酸について. 蠶絲研究 Vol. 48, 53-56.
- 鈴木義昭(1972) 絹フィブロイン mRNA の單離 同定. 蛋白質核酸 酵素 Vol. 17 No. 2, 79-90.
- Suzuki Y. and Donald D. Brown (1972) Isolation and Identification of the Messenger RNA for Silk Fibroin from *Bombyx mori*. J. Mol. Biol. 63, 409-

- Suzuki Y., L. Patrick Gage and Donald D. Brown (1972) The Genes for Silk Fibroin in *Bombyx mori*. J. Mol. Biol. 70, 637-649.
- 高橋正, 篠木順二, 八坂春美(1966) 最近蠶品種の絹絲腺細胞数について. 蠶絲研究 60號, 14-15.
- 竹下弘夫, 須藤光, 倉田啓而, 坂手榮, 松岡道男, 重松孟(1975) 家蠶の絹物質生成に關與する生物特性について. 日蠶雜 44, 183-189.
- 田中義廣(1928) 蠶體解剖學講義. 明文堂, 東京.
- 田中一行, 川上敏行, 竹田寛(1976) カイコの絹絲腺内空における絹タンパク質の舉動. 日蠶雜 45(1), 7-12.
- 辻本賀英, 鈴木義昭(1979) 絹絲フィブロイン遺傳子の構造と機能. 蛋白質 核酸酵素 Vol. 24 No.2, 83-95.
- 上田悟, 木村良二, 鈴木清(1972) 家蠶の成長に關する研究. 5齡期における體重と絹絲腺重の相對成長の品種はよる相違. 日蠶試報告 Vol. 26. No. 3, 257-276.
- 上田悟, 鈴木清(1972) 家蠶の成長に關する研究 V, 5齡期における體重と絹絲腺重の相對成長の品種による相違. 日蠶試報告, Vol. 26 No.5, 333-345.
- 山田政枝(1976) 家蠶繭層 Sericin のアミノ酸組成にみられる内外層および品種間の差異. 蠶絲研究 Vol.100, 27-35.
- Yamanouchi, M. (1922) Morphologische Beobachtung über die Seidensekretion bei der Seidenraupe. Jour. Coll. Agricult. Hokkaido Imp. Univ., 10, 1-49.
- 吉武成美, 秋山昌子(1965) カイコの幼蟲血液における酸性ホスバタービ型の品種間 差異について. 日蠶雜 34, 99-104.
- 吉武成美, 江口正治, 土屋洋子(1966) カイコの絹絲腺における エステラーゼ型の品種間 差異について. 日蠶雜 35, 331-335.
- 吉武成美(1968) 家蠶日本種の起源に關する考察. 日蠶雜 37, 83-87.