Seri. J. of Korea Vol. 23(2), 1982

家蠶의 人工飼料資源과 攝食性에 關한 硏究

金 周 浥
忠北大學校 農科大學

Studies on the Resources for the Artificial Diet and Feeding Response of the Silkworm, *Bombyx mori*

Joo Up Kim
College of Agriculture, Chungbuk National University, Cheongju 310, Korea

SUMMARY

Forty-nine plant species as additives to silkworm artificial diet and 5 species as cellulose sources for artificial diet were screened for their economic values as feed-resources for the silkworm.

Feeding response to artificial diet was tested on 82 silkworm strains. The effect of rearing conditions on feeding response and enzyme activities in the silkworm was investigated.

The results were summarized as follows.

1. Seven species out of 49, Vigna sinensis ENDL, Ipomoea vatatas Lamarck, Cyperus anuricus Var. Laxus, Alnus japonica Stendel, Trifolium repens L, Prunus serrulata Lindley, Var, Glycine max L increased feeding response, compared with the basic formula of artificial diet.

2. The economic values of Vigna sinensis ENDL, Ipomoea vatatas Lamarck, Cyperus anuricus Var. Laxus, Alnus japonica Stendel, Cassia tera L, Erigeron canedensis L as feed-resources for artificiale diet were recognized, through feeding experiment during the entire larval stage.

3. Mulberry cellulose showed the best results in rearing and cocoon characteristics.

4. The extent of feeding response varied according to strains and varieties. Varieties in japanese strains showed higher feeding response than those in chinese and european varieties, with considerable variations among a varieties in strains.

5. The begining of 4th instar seems to be a proper time to convert from mulberry to artificial diet, or artificial diet to mulberry, however the middle of 3rd instar seems acceptable.

6. The optimum temperature for artificial diet rearing is 30°C during the period of 1st-3rd instar and 28°C for 4th-5th instar.

7. Electrophoretic isozyme patterns of esterase and acid phosphatase on agarose gel, as affected by strain, rearing temperature and feed-resources, were observed as follow.

(1) Isozyme patterns of mid-gut esterase varied, depending on instar. One or two more isozyme bands were observed in the larvae than feed on the mulberry fed for the artificial diet.

(2) A strain, chinese-15 with a higher feeding response, had 1~2 more bands than chinese-60 with a lower feeding response.

(3) Five bands of mid-gut esterase in 3rd and 4th instar larvae reared at 28°C, and 4 for 3rd instar and 6~7 for 4th instar larvae at 35°C were observed.

(4) No similar esterase bands could be found among mid-gut, blood and silkgland. There are five esterase bands in the midgut, one in blood and three in silkgland.

(5) There was rather small difference in acid phosphatase types of mid-gut and blood according to varieties and rearing temperature. No active band was shown in silkgland. In midgut, there was one acid phosphatase band at 3rd instar, two at 4th instar and three at 5th instar. In blood, one active band at 3rd or 4th instar and three bands at 5th inster were detected.

緒　言

蠶絲業에 있어서 最近 새로운 脚光을 받고 있는 硏究分野는 누에의 人工飼料育이라고 할 수 있다. 人工飼料가 開發이 되어 經濟效率을 滿足시킬 수 있는 完全한 人工飼料育이 導入된다면 蠶絲業 發展의 劃期的인 轉換點을 이룩할 것이다.

누에의 人工飼料 開發에 있어서 여러가지 問題點으로 提起되는 것은 누에는 普通 鱗翅目과는 달리 一般的으로 桑葉만을 食下하는 單食性 昆蟲이라는 點과 生桑葉의 條件을 滿足시킬 수 있는 完全한 人工飼料를 調製해야 하는 難點 그리고 生桑葉과 對等한 實用的인 人工飼料가 開發되었다 하더라도 가장 重要한 目標인 經濟性의 充足與否 等을 들 수 있다.

누에의 人工飼料育은 吉田, 伊藤 等(1960)에 의하여 처음으로 試圖된 以來 三好(1965), 飯塚(1969), 浜村(1975) 等 많은 硏究者에 의하여 밝혀진 누에의 攝食機構 및 營養要求性을 土臺로 하여 人工飼料에 對한 硏究가 活發히 進行되어서 最近에 와서는 桑葉育에 比하여 거의 遜色이 없는 蠶繭을 收穫할 程度로 進展되어 있으나 實用的인 面에서 볼때 硏究解決해야할 여러가지 課題를 內包하고 있다.

누에의 人工飼料 資源을 開發하기 위하여 石川(1966)는 約 30種의 植物生葉과 葉乾燥粉末을 混入한 寒天飼料로 飼育試驗을 行한 結果 同一植物의 生葉과 寒天飼料와는 攝食狀態가 아주 相異한 事實을 發見하였다. 即 生葉은 매우 잘 食下하였으나 Ulmus pumila, Citrus natsudaida 等 數種의 寒天飼料는 食下하지 않고 이와 反對로 寒天飼料를 잘 食下 하고 Broussonetia kazinok, Cropis japonica 等의 生葉은 거의 攝食하지 않았는데 이와같은 現象이 어떤 原因에 基因되는가에 對해서는 硏究가 되어 있지 않다.

上北(1971)는 30種의 植物에 對한 攝食試驗을 通해서 菊花科에 屬하는 Tasaxacum plalycospum, Sonchus oleraceus 및 Ariemisia vulgaris를 잘 食下하는 것을 觀察하였고 이들 植物의 成分 分析에서 中性糖으로 蔗糖, 葡萄糖, 果糖 및 糖 alcohol의 inositol이 含有되어 있었으나 桑葉에 比하여 顯著히 적다고 하였다.

鳴 等(1973)은 家畜飼料의 原料를 누에의 人工飼料 組成分으로 利用한 飼育試驗에서 大豆 및 감자粉末을 主體로 한 飼料에 比하여 커다란 差異가 없었고 그 飼料에 對한 忌避性도 거의 나타나지 않았으므로 重要營養素를 값싼 飼料資源으로 代替할 수 있는 可能性을 示唆하였다.

浜村(1959) 伊藤(1961) 等은 攝食機構에 對한 硏究에서 口下에 關與하는 物質로서 cellulose의 意義를 强調한 바 있으나 이에 對한 硏究는 別로 進拓을 보지 못하고 있다. 平坂(1967)는 Pulp를 HCl 또는 NaOH로 處理하여 Cellulose의 重合度와 粒度를 變化시켰을 경우에 누에의 成長에 미치는 影響을 調査하여 重合度는 500 以下, 粒度는 100～200mesh 程度가 누에의 成長에 가장 有效하다고 報告하였으며 向上와 伊藤(1962)는 Cellulose 粉末 添加量 試驗에서 20～50% 範圍에서는 添加量이 많을수록 成長發育이 良好한 편이 었으며 飼料食下量은 增大되었으나 消化率은 減少한다고 하였다.

한편 누에의 人工飼料攝食性 試驗에서 堀江(1962), 平尾(1978) 等은 누에의 攝食誘引物質과 抑制物質에 關하여 報告한바 있으며 關(1971), 高宮(1973, 1974, 1975) 等은 飼育環境과 飼料組成의 相異에 따라 攝食性에 顯著한 差異가 나타난다고 하였고 伊藤 等(1961)은 人工飼料의 物理的 性狀이 攝食性과 깊은 關係를 가진다고 하였다. 또한 中村(1973)는 蠶品種에 따라 人工飼料攝食性이 매우 다르고 一般的으로 日本種系가 良好한 편이라고 報告하였다.

위와같이 人工飼料資源의 開發과 人工飼料攝食性의 解明을 目的으로 多樣한 試驗이 遂行되었지만은 人工飼料의 實用化 過程에는 아직도 大端히 未洽한 實情이다.

本 硏究에서는 效率的이고 實用性이 있는 人工飼料育을 導出하기 위하여 最近 注目을 끌고 있는 누에 人工飼料의 資源과 人工飼料의 攝食性에 關하여 實驗하였다.

試驗 I에서는 값싼 飼料資源을 開發할 目的으로 우리나라 全域에 散在해 있는 約 50種의 植物에 對하여 飼料資源으로서의 適否를 檢討한 結果 數種의 植物이 누에의 成長을 매우 促進시키는 效果를 보여주었다. 또한 Cellulose源開發試驗에서는 數種의 本質部를 몇가지 方法으로 處理加工하여 市販 Cellulose와 代置할 수 있는 素材를 찾아냈다.

試驗 Ⅱ에서는 人工飼料의 攝食性을 硏究하기 위하여 우리나라 保存蠶品種 約 80種에 對한 人工飼料攝食性을 調査하여 適性蠶品種 選拔에 必要한 基礎資料를 마련하였다. 또한 人工飼料育과 桑葉育을 相互 轉換할 때의 攝食性의 變化를 比較하고 全齡恒溫育과 變溫育과의 攝食性 差異를 檢討하는 한편 人工飼料에 對해서 攝食性에 相當한 差異가 생기는 原因은 上記한 여러가지 條件에 의해서만 發現되는 것이 아니고 蠶體內의 酵素作用도 攝食性과 어떤 關係를 맺고 複雜한 反應을 誘發하고 있을 것으로 推理되었기 때문에 Agar gel 電氣泳動法으로 蠶體內 主要器官의 Esterase 및 Acid phosphatase의 活性을 比較하고 이 酵素들의 活性과 攝食性 發現과의 關係를 分析 檢討하여 새로운 事實을 알게 되었다.

위와같은 試驗結果를 綜合하여 報告하면서 本 硏究를 始終指導해 주신 서울大學校 農科大學 朴光義 博士께 깊은 感謝를 드리며 試驗을 도와주신 同校 姜錫權 博士, 成洙一先生, 忠北大學校 農科大學 農學科 諸 敎授에게 感謝드린다.

Ⅰ. 硏 究 史

本硏究史를 便宜上 人工飼料資源과 누에의 攝食性으로 나누어 살펴보기로 한다.

(1) 人工飼料資源

桑葉이나 代用飼料와 같은 天然飼料가 아니고 家畜의 配合飼料와 같이 人工的인 먹이(餌)로 누에를 飼育해 보려는 試圖는 1920年頃 日本人 硏究者들에 의해서 이루어졌다. 이것은 누에의 營養硏究와 代用飼料를 開發하려는 두가지 目的을 가지고 있었다.

竹馬(1933)는 滿州 關東廳 農事試驗場에서 當時 滿州에서 生産되는 豊富한 大豆를 原料로 하여 人工飼料를 調製하였다. 卽, 大豆를 물에 浸潤시켜서 磨碎한 後 그것을 煮沸하여 布袋에 넣어서 壓搾하여 頭乳를 除去한 殘滓를 主飼料源으로 하고 여기에 桑葉汁을 添加한 人工飼料로 누에를 飼育하여 貧弱한 蠶繭을 얻었다고 報告하였다.

그後 關東廳農事試驗場에서 豆腐粕 50g에 桑葉細片 5g을 混入하여 만든 飼料로 春期에 누에 100마리를 飼育하여 그 中에서 10마리가 上蔟하였고 上蔟蠶中에서 3마리가 化蛹하였으며 秋期에는 全部 死滅하였다고 報告하였다. 豆腐粕을 桑葉에 塗抹하여 給與할 경우에 누에는 桑葉과 함께 豆腐粕의 一部를 食下하였으나 豆腐粕에 桑葉細片을 混入한 경우에는 누에가 桑葉片만을 選擇的으로 食下하게 되므로 누에에게 豆腐粕을 食下시키는 일은 容易하지 아니하였다. 大豆를 누에의 飼料로 利用하려는 試圖는 人工飼料라고 하는 一定한 모양을 가지지 않은 別個의 方法으로도 檢討되어 왔지만 大豆의 蛋白質, Sterol, 脂肪酸, 無機鹽類 等이 누에의 營養에 有效하다는 것이 判明된 것은 훨씬 後의 일이다.

人工飼料에 對한 本格的인 硏究는 1954~1956年에 걸친 日本文部省 科學試驗硏究事業의 一環으로 實施된 누에 人工飼料에 對한 共同硏究로 말미암아 누에의 食性이 檢討되고 營養化學的 基礎가 마련되어 누에가 즐겨먹는 保存性이 있는 飼料를 調製할 수 있게 되었다. 이 共同硏究에서 開發된 人工飼料組成은 蔗糖 5g, Casein 5g, Cholesterol 0.2g, 鹽化 Choline 0.1g, 無機鹽 0.5g, Ebiose 2.5~4.5g, 桑葉乾燥粉末 5g을 混合하고 乾物飼料 1g當 물 3ml을 添加하여 20分間 蒸煮한 後 三角후라스코에 飼料를 넣고 蒸氣滅菌하여 無菌飼育을 實施한 結果 1齡期와 2齡期의 經過日數는 各各 5~6日이 所要되었다고 報告하였다.

吉田(1960)는 冷凍乾燥桑葉粉末을 基本으로 한 人工飼料를 開發하고 人工飼料의 營養保存法, 桑葉乾燥法, 飼料腐敗防止法 그리고 飼料調製法 等을 確立하여 全齡人工飼料育에 成功하였으나 飼育試驗에서 보여주는 바와 같이 蟻蠶 110마리를 飼育하여 36과의 아주 貧弱한 누에고치를 收穫하였는데 經過日數가 무려 45日에 達하고 있는 것으로 보아 飼料組成이 極히 初步的이었음이 立證된다.

한편 伊藤 等(1960)은 吉田(1960)의 人工飼料 組成과는 相異한 飼料로 全齡飼育을 行하여 次代蠶卵을 얻었다고 報告하였다. 이 飼料組成은 桑葉粉末 50g, 澱粉 15g, 蔗糖 20g, 生大豆粉末 15g, 蒸溜水 150ml 添加하여 混合 蒸煮하여 飼料를 調製하였고 飼育成績은 蟻蠶 15마리를 飼育하여 12마리가 上蔟營繭하였으며 그中에서 3마리가 5眠蠶이 되었다. 飼育日數는 4眠蠶은 34~39日, 5眠蠶은 38~44日이 所要되었다.

人工飼料로 全齡飼育에 成功한 2編의 論文이 1960年에 發表되었기 때문에 人工飼料 硏究에 있어서 하나의 轉機의 年度가 된 印象을 준다. 그러나 桑葉育에 比하여 幼蟲의 成長이 極히 低調하여 經過日數는 길어지고 生存率은 매우 낮았지마는 一貫된 全齡飼育을 通하여 貧弱하기는 하지만 누에고치를 짓게 하였다는 事實이 그 後의 새로운 硏究의 展開에 있어서 커다란 動機가 되었다는 것은 特記할 만한 成果라고 할 수 있으며 또한 人工飼料의 開發이 바로 養蠶의 工業化와 直結되는지는 疑問의 餘地가 있으나 그것보다도 누에의 食性의 問題를 包括하고 누에의 飼料問題를 진지하게 取扱한

積極性은 大端히 重要한 意義를 가지고 있다.

人工飼料硏究에 있어서 硏究者의 目的 意識은 반도시 同一한 것은 아니었다. 人工飼料에 賦荷된 目標는 누에營養硏究의 飛躍的 前進에 있다는 것은 硏究者間에 若干 共通性을 가지고 있었지마는 主로 營養要求의 解析(堀江 1965, 1971, Horie 1963, 1965, ITO 1961) 蠶質問題(伊藤 1963, 嶋 1973, 吉田 1960)를 解明하는 일과 桑葉보다 優秀한 飼料를 만들어 養蠶의 工業化를 前提로하는 硏究가 活發히 展開되었다.

嶋 等(1968) 伊藤 等(1972)은 一般植食性 昆蟲의 食性을 硏究할 때 人工飼料 造形劑로 使用하는 寒天을 누에人工飼料造形劑로 導入하고 飼料에 添加하는 桑葉粉末에는 알려지지 않은 여러가지 因子가 包含되어 있기 때문에 그 添加量을 最少化하면서 可能한 限 순수한 것으로 內容을 알고 있는 營養素만을 添加한 飼料를 調製하여 飼育試驗을 繼續하면서 飼料組成改善을 거듭한 結果 桑葉粉末을 全혀 添加하지 않은 合成飼料組成을 完成하였다.

그 合成飼料의 組成比를 보면 澱粉 10%, 蔗糖 10%, Casein 20%, β-Sitosterol 0.5%, 大豆油 3%, Wesson's mineral 4%, Ascorbic acid 2%, Cellulose粉末 7%, Morin 0.3%, 寒天 15%, 防腐劑 0.5%의 比率로 混合하고 물 300ml을 添加하여 30分間 蒸煮하여 飼料를 完成하게 되어 있다.

Fraenkei(1959)는 1955年 訪日中 日本 人工飼料硏究者들과의 接觸에서 人工飼料에 對하여 興味를 갖고 數年間 硏究하여 누에의 食物選擇性과 營養에 關하여 優秀한 硏究業績을 남겼다.

石川(1966), 上北(1971)는 30餘種의 植物에 對하여 生葉과 乾燥粉末의 攝食狀態를 調査한 結果 3~4種의 植物은 매우 攝食이 良好하여 飼料資源으로 利用할만한 價値를 認定하였고, 누에의 食草選擇性因子에 關한 硏究를 通해서 攝食에 影響을 미치는 要因들을 列擧하였다.

何山와 伊藤(1966)는 人工飼料組成硏究에서 Cellulose가 必須要素임을 밝히고 適正添加量 範圍에 對해서 試驗한 바 있으며 平坂(1967)는 低廉한 價格으로 Cellulose源을 開發하려는 意圖를 가지고 Pulp를 處理하여 얻은 Cellulose를 粒度別로 試驗하여 매우 좋은 結果를 얻었으나 化學 Cellulose와 代替할 程度로 開發하지는 못하였다.

(2) 누에의 攝食性

누에의 攝食性 硏究에서 浜村(1962, 1975)는 누에는 왜 桑葉만 食下하는가를 究明하기 위한 一貫性있는 硏究를 遂行하여 누에의 攝食機構를 解明하였는데 그는 攝食過程을 誘引, 嚙咬, 嚥下의 三段階로 區分하고 各段階의 行動에 關與하는 物質을 各各 誘引因子(Citral, linalool), 嚙咬因子(β-Sitosterol, Isoquercitrin), 嚥下因子(Cellulose, Inositol)라고 불렀다.

누에의 攝食機構와 營養要素가 어느程度 밝히짐에 따라 人工飼料의 硏究方向은 飼料組成 改善이라는 營養的인 面과 누에가 즐겨 攝食할 수 있게 하는 攝食性의 向上問題 그리고 보다 쉽고 低廉한 價格으로 飼料資源을 求하려는 經濟的인 面으로 集約되었다.

누에의 營養에 對해서는 伊藤(1961, 1962, 1963, 1968, 1970, 1972), 福田(1965), 堀江(1963, 1965, 1969, 1971, 1972, 1973, 1978), 高宮(1970), 水田 等(1975), 村越等(1969), 渡邊(1974), 上田 等(1969, 1975), 嶋 等(1968, 1973), 平田(1974), 李와 禹(1978) 等 여러 硏究者들이 누에의 成長에 必要한 營養素에 對하여 幅넓은 硏究를 遂行하였다.

한편 平尾(1968, 1978)는 누에의 宿主植物選擇性을 調査하기 爲하여 여러가지 植物葉을 5齡期에 給與하여 攝食程度를 測定하는 한편 嗅覺, 味覺의 構造와 機能 그리고 攝食을 抑制하는 要因에 關해서 깊이 硏究하여 糖의 絕對的 含量 不足과 小顎에서 感受되는 味覺性攝食忌避物質의 存在가 攝食抑制 機構에 關與하고 있음을 밝혔다.

또한 누에의 攝食要因硏究에서 林屋(1974)는 誘因物質은 Dimethylthioether이라고 報告하였다.

高宮(1970a. b, 1973, 1974a. b, 1975a. b)는 飼育氣象環境이 누에의 人工飼料 攝食性과 깊은 關係를 가지고 있다는 事實을 究明하였고 高宮(1968) 金(1979)은 人工飼料에 對한 누에의 攝食性은 品種이 相異함에 따라 또 齡期에 따라 相當한 差異가 있음을 밝혔으며 長島(1969)는 人工飼料에 對한 蠶品種別 適合性試驗을 通해서 槪括的으로 日本種 系統이 比較的 좋은 發育을 나타내고 中國種과 歐州種系統은 發育이 不振한 것이 많았다고 發表하였다.

또 中村(1973), 淸水(1975) 等은 日本 保存蠶品種의 蛾蠶에 對한 人工飼料 攝食性을 調査한 結果 長島와 같은 傾向을 얻게 되었다고 報告하였고 朴과 馬(1977)는 人工飼料 適性 蠶品種 選擇試驗을 實施하여 期待되는 成果를 얻었다.

한편 누에의 遺傳子型, 蠶品種間의 類緣關係 그리고 蛋白質의 分解 및 合成 等에 對한 硏究에서 小原과 渡部(1969), 嚴本와 江口(1975) 等은 電氣泳動法을 利用하여 Esterase, Protease 및 Phosphatase의 泳動像을 比較 分析하였다. 그러나 이들 酵素의 活性과 人工飼料攝食性과의 關聯性에 關해서는 전혀 檢討하지 않

았다.

우리나라에 있어서는 1971年 韓國科學技術硏究所의 硏究陣이 人工飼料開發에 着手하여 急速한 進展을 이룩하여 1976年부터 稚蠶大量飼育에 繼續 成功하고 있으며 1979年에는 忠北 沃川에서 大規模로 全齡人工飼料育을 實施하고 그 實用性을 分析中이며 數個의 大學과 硏究機關에서 人工飼料에 對한 硏究가 進行되고 있다.

Ⅱ. 試驗內容

試驗 Ⅰ. 人工飼料資源開發에 關한 硏究

本試驗에서는 農作物이나 山野에 널리 散在해 있는 여러가지 植物中에는 漢藥劑原料로 使用되고 있는 것이 多數存在하는 것으로 미루어 볼때 누에에 對해서도 攝食을 促進시키거나 消化效率을 높이거나 또는 病에 對한 抵抗性을 增進시킬 수 있는 植物이 存在할 것이 豫想되므로 周邊에서 손쉽게 求할 수 있는 49種(表 1-2 參照) 植物을 供試하여 攝食程度와 幼蟲發育狀況을 調査하였다.

그리고 現在 人工飼料의 必須素材로 使用되고 있는 Cellulose는 市販되는 化工藥品이기 때문에 價格이 大端히 비싸므로 값싼 天然資源으로 代置하기 爲하여 桑枝條와 그밖에 數種의 Cellulose 資源을 供試하여 幼蟲의 發育狀況과 繭質을 調査하였다.

1. 材料 및 方法

(1) 供試蠶品種

飼料資源植物檢索試驗에는 잠 114×잠 113을 cellulose 源開發試驗에는 N_{14}, C_{14}, 잠 111×잠 112를 供試하였다.

Table 1-1. *Composition of diet for silkworm*

100(g)

Substance	Dry matter(g)	
	Ist~3rd instar	4th~5th instar
Mulberry leaf powder	50	20
Potato starch	5	15
Soybean meal, defatted	17	30
Agar	10	10
Cellulose powder	10	17
Citric acid	1	1
Ascorbic acid	2	2
Sugar	5	5
Vitamin B mixture	added	added
Antiseptic	added	added
Dist. water	300ml	300ml

(2) 基本人工飼料組成 및 調製方法

基本人工飼料組成은 表 1-1과 같다. 飼料調製方法은 飼料資源 植物檢索試驗에 있어서는 基本飼料에 供試植物 葉粉末 12.5%를 混合하고 供試 Cellulose成分의 添加量試驗에서는 7.5%, 15%, 22.5%, 30%의 4段階로 區分하였다.

乾物飼料 1g當 물 3ml을 添加하고 充分히 攪伴한 後 알미늄製 容器에 담아서 40分間 蒸煮하여 冷却시킨 後 薄片으로 切斷하여 給餌하였다.

(3) 飼料資源植物 및 Cellulose源의 調製

表 1-2에서 보는 바와 같은 49種의 飼料資源植物의 莖葉을 採取하여 2日間 陰乾한 後 60°C의 乾燥器內에서 24時間 乾燥시켜 磨粹裝置를 通해서 粉末을 만들어 1~2齡은 150mesh 3齡은 100mesh 및 4~5齡 80mesh의 체로 쳐서 分離시킨 後 유리병에 담아서 暗所에 保管하였다.

供試 Cellulose源은 試料를 80°C의 乾燥器內에서 2~3日間 乾燥시켰고 處理加工은 NaOH處理, PA處理(過酢酸法), M_0(日本의 特許出願品), M_1處理(NaOH, Hcl), M_2處理(Hcl), M_3處理(Hcl, C_2H_5OH)에 의하여 各各 加工한 後 水洗乾燥시켜 위와같은 方法으로 粉末을 만들었다.

(4) 試驗方法

누에의 飼育은 自動溫度調節이 可能한 本製飼育箱을 만들어 그 안에서 飼育溫濕度는 稚蠶期 29°C, 90~95%, 壯蠶期 27°C, 85~88%로 調節하였으며 稚蠶期는 사알레, 壯蠶期는 푸라스틱 容器를 使用하였다. 飼料給餌는 1~2齡期는 齡中 1回, 3齡期 2回, 4~5齡은 1日 1回로 하고 7~8時間마다 換氣해 주었다.

飼料資源 植物檢索試驗에서는 供試植物 49種으로 2齡期까지 飼育하였으며 그中에서 成績이 좋은 6種을 選拔하여 3齡부터 飼育하였다. 供試蠶은 區當 50마리씩으로 하였다.

(5) 調査項目

飼料資源植物檢索試驗에서는 掃蠶後 22時間에 毛振率 및 飼料忌避蠶率, 107時間째에 1眠遲眠蠶比率, 2齡起蠶比率 및 起蠶重을 調査하였다. 3齡 以後부터는 人工飼料育基準에 따라 飼育하면서 各齡別 起蠶數, 體重, 減蠶數, 化蛹比率, 繭重, 繭層比率을 調査하였고 Cellulose源 開發試驗에서는 以外에 5齡日日體重增加率도 調査하였다.

2. 結果 및 考察

가. 飼料資源植物檢索試驗

供試한 49種의 植物葉粉末을 添加한 飼料에 對한 攝食狀態를 調査한 成績은 表 1-2와 같다.

Table 1-2. Feeding responses of the silkworm to the plant of the artificial diet

Plant species	Feeding response	Evading silkworm	2nd instar		
			ratio of moulted silkworm	ratio of sleeping silkworm	Wt. of moulted silkworm
	%	heads	%	%	mg
Control 기본사료	73.5	0	86.7	13.3	5.2
Ricinus communis L. 피마자	0	0	0	0	0
Parthenocissus thunbergii Nakai 담쟁이넝쿨	7.1	1.0	0	33.5	0
Lespedeza bicolor Turkzaninow Var. 싸리나무	41.8	0.5	37.1	29.9	4.7
Cucurbita spp. 호박	58.4	0	79.0	14.8	5.8
Forsythia koreana Nakai. 개나리	27.0	0.5	6.0	44.0	2.9
Perilla frutescens Var. 들깨	27.5	3.5	6.1	30.0	2.3
Calendula arvensis L. 금송화	50.5	0	54.6	17.2	4.8
Humulus japonicus Siebeld et Zuccaini. 환삼넝쿨	54.5	1.0	55.4	22.3	5.1
Persicaria hydropiper L. 여뀌	20.3	1.5	11.7	36.7	5.3
Kummer owia striata Schindler 매듭풀	41.7	0	42.7	44.8	5.8
Cyperus anuricus Var. Laxus 방동산이	66.6	0	79.4	18.6	7.0
Vitis amurensis Ruprecht 머루나무	45.5	0	61.4	26.0	5.7
Sorglum vulgare Person 수수	50.9	0	55.1	33.9	5.7
Digitaria sanguinalis (L) Scopoli Var. 바랭이	49.2	0	62.5	22.0	4.7
Vicia villosa Roth 헤아리 베치	34.3	0	68.7	16.7	5.6
Elaeagnus crispa Thunberg Var. 보리수 나무	45.9	0	4.0	82.0	5.0
Vigna sinensis Endl 동부	78.3	0	90.6	6.0	7.0
Rubus crataegifolius Bunge 산딸기	64.6	0	0	77.6	0
Phaseolus and ularis W.F Wight 팥	47.5	0	84.8	11.1	5.9
Ipomoea batatas Lamark 고구마	58.2	0.5	88.2	5.2	6.1
Amaranthus mangostanus L. 비름	41.9	0	61.5	29.2	5.2
Paulownia coreana Uyeki 오동나무	44.5	0	74.0	16.0	6.1
Commelina communis L. 달개비	37.4	0	82.7	8.6	5.5
Zea mays L. 옥수수	51.0	0	57.0	22.0	5.7
Equisetum arvense L. 쇠뜨기	50.0	0	55.0	31.0	5.4
Cercis chinensis Bunge 박태기나무	23.5	1.0	74.0	0	3.1
Rhododerdron mucronlatum Turczaninow 진달래나무	0	2.0	0	0	0
Platanus orientails 프라타나스	10.0	0.5	35.0	36.0	5.1
Acer negundo L: 네군도단풍	48.0	2.5	0	89.0	0
Populus monilifera Aiton 미루나무	0	0.5	0	0	0
Trifotium repens L. 토끼풀	59.0	0	75.0	17.0	6.9
Prunus serrulata Lindley Var. 벚나무	61.0	0	68.0	14.0	6.9
Setaria viridis (L) P. De Beauvois 강아지풀	29.0	0	45.0	26.0	5.3
Robinia pseudoacacia L. 아까시나무	43.0	0	53.0	25.0	5.2
Glycine max L. 대두	56.0	0	77.0	13.0	7.0
Quercus acutissima Carruthers 참나무	38.0	0	0	85.0	0
Salix babylonica L. 수양버들	57.0	0	55.0	30.0	5.7
Pinus koraiensis Siebold & Zuccarini 잣나무	25.0	0	0	47.0	0

Pinus densiflora Siebold & Zuccarini 소나무	0	2.5	0	6.0	0
Zoisia japonica Steudel 잔듸	59.0	0	61.0	26.0	4.3
Trisetum bifidum Ohwi 잠자리피	47.0	0	20.0	32.0	4.4
Kochia scoparia Schrader 댑싸리	43.0	0	2.0	31.0	3.8
Alnus japonica Stendel 오리나무	76.0	0	63.5	36.5	5.4
Lespedeza tetraloba Nakai 쪽제비싸리	0	2.0	0	0	0
Hibiscus syriacus L. 무궁화	42.0	0	27.0	46.0	4.9
Sabina chinensis (L) Antoine 향나무	3.0	7.0	0	0	0
Cassia tora L. 결명차	79.0	0	74.0	20.0	5.7
Erigeron canadensis L. 망초	74.0	0.5	50.0	44.0	5.3
Ailanthus altissima Swinggle 가죽나무	0	1.0	0	0	0

表 1-2에서 大體的으로 毛振率은 0~79% 範圍까지 分布되어 있는데 그中에서 毛振蠶이 全혀 나타나지 않은 것이 6種, 30% 未滿이 8種 60% 以上이 8種이며 나머지 27種은 30~59%의 範圍內에 있다.

그런데 對照區 73.5%에 比하여 비슷하거나 더 높은 毛振率을 나타내고 있는 것은 망초 74%, 오리나무 76%, 동부 78.3%, 결명차 79%로서 4種의 이들 植物은 누에의 人工飼料資源으로 利用될만한 價値가 認定되고 있다.

2齡起蠶率에 있어서는 0~91%에 걸쳐 分布되었으며 毛振率과 마찬가지로 各區間에 顯著한 差異가 認定되었고 對照區 87.6%에 比하여 동부 90.6%, 고구마 88.2%로 若干 더 높은 傾向이며 호박 79%, 방동산이 79.4%, 보리수나무 82%, 팥 84.8%, 달개비 82.7%로서 매우 높은 起蠶率을 나타내고 있다.

그런데 掃蠶當時는 거의 攝食하지 않던 區에서 時間이 지남에 따라 攝食量이 增加되어 起蠶率과 體重이 增加하는 傾向이 뚜렷한 區는 호박, 방동산이, 미루나무, 해아리배치, 팥, 고구마, 오동나무, 달개비, 토끼풀 等이었고 이와 反對로 初期에는 攝食狀態가 良好하던 것이 時間이 經過함에 따라 食下量이 차츰 減少하는 것은 보리수나무, 산딸기, 네군도단풍, 참나무, 댑싸리 等이다. 植物種類 및 植物自體의 化學的 成分의 差異에 따라서 누에의 攝食反應이 다르게 나타나는 것은 當然하지만 掃蠶當時는 거의 먹지 않다가 時間이 지남에 따라 잘먹게 되는 境遇는 飼料에 對한 適應現象의 發顯이라고 볼 수 있다. 그러나 掃蠶때는 攝食反應이 良好하던 區가 時間이 지남에 따라 점점 잘먹지 않게되는 攝食現象의 原因에 對해서는 說明하기가 매우 어렵다. 누에의 飼料選擇性 硏究에서 伊藤等(1959), Fraenkei(1959), 石川와 平尾(1966), 上北 等(1971)等은 누에의 飼料選擇은 小顎에서 感受되는 味覺機能과 小顎 以外에도 食性에 關與하는 器官이 存在할 것으로 推定하고 있지만 食下의 持續이나 食下量의 多少는 飼料의 物理性, 水分量, 榮養成分, 忌避物質 및 毒物의 存在, 그外의 여러가지 要因에 依하여 支配되고 있기 때문에 單只 食下量의 多少라던가 食下를 持續하느냐 안하느냐만을 가지고 選擇性을 決定하는 것은 옳지 않

Table 1-3. Feeding response of the several plants to the artificial diet

Item / Plants	Feeding Response	2nd instar		3rd instar		5th instar		Duration of larvae	Ratio of pupation	Wt of a cocoon	Ratio of cocoon shell
		Ratio of moulted silkworm	Wt of moulted silkworm	Ratio of moulted silkworm	Wt of moulted silkworm	Wt of moulted silkworm	Wt of fully grow larvae				
	%	%	mg	%	mg	mg	g	day	%	g	%
Control	73.5	86.8	5.2	90.9	34.0	92	4.86	27.1	91	1.72	18.26
Vigna sinensis ENDL 동부	78.3	90.6	7.4	95.0	42.3	102	5.10	26.2	100	1.80	20.31
Ipomoea vatatas Lamarck 고구마	58.2	88.2	6.1	89.9	33.1	93	4.91	26.9	96	1.78	19.29
Cyperus anuricus Var, Laxus 방동산이	66.6	79.4	7.0	83.0	41.4	118	5.17	25.7	100	2.00	21.35
Alnus japonica Stendel 오리나무	76.0	63.5	5.4	87.0	72.9	112	5.35	26.7	100	1.95	19.53
Cassia tera L. 결명차	79.0	74.0	5.7	93.0	83.3	123	5.52	25.4	100	1.80	20.64
Erigeron canadensis L. 망초	74.0	50.0	5.3	89.0	65.6	107	5.09	26.5	100	1.79	22.87

다는見解를 가지고 있다. 그러나 잘 食下하던 飼料에 對한 食下量이 時間이 지남에 따라 漸次 減少하는 現象에 對해서는 전혀 言及하지 않았다.

2齡起蠶體重은 2.3~7.4mg으로 그 範圍가 매우 넓었다. 2齡起蠶率이 높은 것은 起蠶體重도 거의 같은 比率로 增加하는 傾向이 뚜렷하였으며 방동산이, 둥부, 토끼풀, 벗나무, 大豆 等은 對照區보다 蠶體重이 더 무거웠다.

한편 本試驗에서 毛振率, 2齡起蠶率 및 起蠶體重이 比較的 優秀한 둥부, 고구마, 방동산이, 오리나무, 결명차, 망초 等 6區를 選擇하여 全齡飼育을 行하면서 實用形質을 調査한 內容은 表 1-3과 같다.

3齡起蠶體重에 있어서는 對照區 34mg에 比하여 결명차 83.3mg, 오리나무 72.9mg, 망초 65.6mg로서 約 2倍에 達했고 5齡成長極度蠶體重은 對照區 4.86g에 比하여 6區가 모두 더 무거우며 그中에서 결명차 5.52g, 오리나무 5.35g은 0.5~0.7g가량 더 무거웠다. 稚蠶期體重增加量과 成長極度體重과는 大略 比例的으로 增加하는 傾向이 認定되나 그 程度는 一定하지 않았다. 결명차 오리나무 等은 初期生育은 越等하게 優秀하였다가 後期에는 緩慢해져서 다른 區와 비슷한 體重을 나타나게 되었으나 經過日數가 1~2日 短縮되었다. 그리고 各區 모두 누에의 發育이 매우 齊一하여 熟蠶이 나타나기 始作한 때부터 上蔟이 完了될때까지의 所要時間은 15時間 程度였으며 化蛹比率은 거의 100%에 가까웠다.

繭重은 1.7~2g 정도로서 6區 모두 對照區 보다 무거웠고 繭層比率에 있어서는 망초, 결명차, 둥부, 방동산이는 20%를 上廻하고 있어 桑葉育에 比하여 거의 遜色이 없는 優秀한 結果를 나타내었다.

이 試驗에 供試된 植物에는 누에의 攝食을 刺戟하고 生理機能을 促進하는 未知의 物質이 存在하고 있을 것으로 推測되는데 이 問題에 對해서 앞으로 계속 硏究할 計劃이다.

나. Cellulose源 開發試驗

1) 天然 Cellulose種類別 飼育試驗

소나무, 뽕나무, 나왕, 오리나무, 미류나무의 톱밥을 NaOH 處理하여 얻은 Cellulose를 基本飼料에 添加하여 만든 人工飼料로 全齡飼育을 實施하였다.

表 1-4에서 2齡 및 3齡起蠶率(初眠蠶出現 30時間後에 調査)은 顯著한 差異를 나타내고 있는 바 對照區(市販精製品)가 大體로 가장 높은 傾向을 보여주고 있으며 對照區를 除外하면 2齡期는 뽕나무區가 78.4%로 가장 높고 3齡은 53.6%로 소나무區에 미치지 못하고 있으며 比較的 齊一한 것은 소나무區로서 2~3齡 다같이 72% 以上을 나타내었고 미류나무區는 30%內外로 가장 떨어지고 있다.

各齡別 起蠶體重은 Cellulose源에 따라 若干씩의 差異

Table 1-4. Relationship between economical characters and extracted cellulose powder

Item / Kind of celluloses	2nd instar			3rd instar			4th instar	
	Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Wt. of moulted silkworm	Mortality
Pine	72.3%	6.4mg	4.4%	72.9%	36mg	4.1%	112mg	2.1%
Mulberry	78.4	6.8	4.7	53.6	29	2.0	124	0
Lauan	74.7	5.6	10.3	45.9	27	6.6	106	23.8
Alder	62.3	6.0	6.3	61.7	23	4.2	118	4.6
Popular	32.4	5.6	12.7	21.6	21	47.7	92	33.6
Control	80.6	6.9	5.2	74.6	34	2.3	131	1.3

Item / Kind of celluloses	5th instar			Mortality of larval stage	Duration of larvae	Ratio of pupation	Wt. of a cocoon	Ratio of cocoon shell
	Wt. of moulted silkworm	Wt. of fully grown larva	Mortality					
Pine	0.625g	3.53g	6.6%	17.2%	29.2dh	84.6%	1.495g	18.14%
Mulberry	0.647	4.21	4.2	10.9	28.12	90.0	1.621	18.46
Lauan	0.516	3.12	37.5	78.2	31.8	78.1	1.096	14.32
Alder	0.626	4.01	11.9	27.0	29.6	81.5	1.532	17.64
Popular				100				
Control	0.676	4.24	2.6	13.1	28.6	89.6	1.697	18.83

Table 1-5. Relationship between economical characters extracting methods of cellulose powder

Treatment \ Item		2nd instar			3rd instar			4th instar	
		Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Wt. of moulted silkworm	Mortality
Mulberry	PA	82.0%	7.1㎎	2.3%	75.0%	31㎎	8.1%	133㎎	6.6%
	NaOH	80.3	6.9	4.7	79.1	29	6.2	136	8.6
	Non-tr	76.6	5.8	8.3	43.4	24	13.0	98	17.5
Pine	PA	84.3	7.3	0.7	80.0	38	4.0	140	8.1
	NaOH	86.7	7.1	2.3	73.4	33	8.1	131	4.4
	Non-tr	6.3	4.3	100					
Control		79.7	7.3	2.0	81.3	33	3.7	148	6.3

Treatment \ Item		5th instar			Mortality of larval stage	Duration of larvae	Ratio of pupation	Wt. of a cocoon	Ratio of cocoon shell
		Wt. of moulted silkworm	Wt. of fully grown larvae	Mortality					
Mulberry	PA	0.732g	4.137g	9.5%	26.5%	29.12dh	81.57%	1.416g	17.96%
	NaOH	0.754	4.38	2.4	21.9	28.15	82.50	1.589	18.34
	Non-tr	0.567	3.12	37.2	76.0	32.10	58.33	0.884	1.42
Pine	PA	0.785	4.452	6.8	19.6	28.8	85.36	1.562	18.17
	NaOH	0.701	4.204	11.6	26.4	29.5	78.94	4.121	18.06
	Non-tr				100				
Control		0.800	4.481	3.7	15.7	28.10	91.50	1.567	18.91

를 보여 주고 있다. 體重은 對照區가 가장 무거운 便이고 對照區를 除外하고는 뽕나무區가 餘地區에 比하여 가장 무겁고 소나무區와 오리나무區는 비슷하며 미류나무區가 가장 가벼웠다.

減蠶比率은 蠶齡에 따라 差異가 있으나 全齡을 通해서 볼때 뽕나무區가 12.9%로 가장 낮고 對照區 13.1%, 소나무區 17.2%의 順이며 미류나무區는 4齡期에 全滅하였고 나왕區는 78.2% 減蠶하였다.

全齡經過日數는 對照區가 28日 6時間으로 가장 짧고 뽕나무區가 28日 12時間으로 그 다음이며 소나무區, 오리나무區가 各各 29日 程度로 나타났다.

健蛹比率과 單繭重은 對照區, 뽕나무區, 오리나무區 소나무區의 順이며 繭層比率은 對照區 18.83%, 뽕나무區 18.46%, 소나무區 18.14%로 大體的으로 매우 貧弱한 便이었다.

2) 天然 Cellulose調製方法別 飼育試驗

表 1-4에서 보는바와 같이 뽕나무와 소나무의 天然纖維가 가장 좋은 飼育成績을 나타냈으므로 다시 뽕나무와 소나무를 PA處理, NaOH處理, 無處理의 3方法으로 造製하여 供試한 結果는 表 1-5와 같다.

表 1-5에서 起蠶率은 뽕나무, 소나무 兩區의 PA區와 NaOH區 사이에 別差異를 찾아 볼 수 없었으며 對照區에 比하여 거의 損色이 없는 반면 無處理區는 매우 低調한 傾向을 보이고 있다.

起蠶體重에 있어서는 對照區, 뽕나무 NaOH區, 소나무 PA區는 거의 비슷하게 무거운 便이고 뽕나무 PA區와 소나무 NaOH區는 若干 가볍게 나타났으며 소나무 無處理는 거의 攝食하지 않는 狀態였다.

成長極度蠶體重은 對照區 4,481g이 가장 무겁고 소나무 PA區 4,452g, 뽕나무 NaOH區 4,386g의 順으로 나타났고 뽕나무 無處理는 3,125g였다.

供試蠶이 原種이라는 點도 있겠지만 본 實驗의 繭層比率은 14~18%라는 비교적 낮은 數値를 보였으나 이는 飼料組成의 改善에 의해서 앞으로 해결될 수 있으려라 생각한다.

減蠶比率은 소나무無處理는 3齡期에 全滅하였고 뽕나무無處理는 52% 餘他區는 20% 內外를 나타내었다.

全齡經過日數는 소나무 PA區가 28日 8時間으로 가장 짧고 對照區 28日 10時間이 다음이고 뽕나무 NaOH區는 28日 15時間으로 약간 더 길었으며 뽕나무 無處

Table 1-6. Effect of replaced-celluloses by chemically treated mulberry branch on development of 5th instar

Cellulose	Daily increasing number of body weight							
	1	2	3	4	5	6	7	8 day
Chem. cellulose	100	157.8	231	340	410	480	513	Occurance of matured larvae
M-0 cellulose	100	153.2	193	290	374	444	501	〃
M-1 cellulose	100	154.9	202	316	403	478	539	〃
M-2 cellulose	100	148.5	213	312	396	471	538	〃
M-3 cellulose	100	157.3	218	323	410	480	546	〃

理는 32日 10時間으로 가장 길었다.

繭重과 繭層比率은 對照區, 뽕나무 NaOH區 및 소나무 PA區가 서로 비슷하며 소나무 NaOH區, 뽕나무 PA區의 順으로 나타났으나 매우 낮은 便이다.

3) 뽕나무 가지의 加工處理別 飼育試驗

이미 알려져 있는 바와 같이 일반 식물의 本質部에는 Cellulose外에 近緣物質로서 Lichenin, Hemicellulose, Pectin, 그밖에 납(蠟) 등 脂質性物質이 含有되어 이들 成分은 누에의 발육에 좋지않은 影響을 미치는 것으로 알려져 있다. 특히 乾燥桑葉中에 存在하는 Hemicellulose라는 成分은 成長阻害物質로서 알려져 있으나 生葉에는 그러한 物質이 없다고 하였다(浜村 1975). 따라서 본 實驗에 이용되는 뽕나무가지의 Cellulose순도를 높히기 위하여 加工處理한 M_1, M_2, M_3 및 日本의 特許출원품인 M_0을 Cellulose源으로 利用하였다.

表 1-6에서 보는바와 같이 M_1, M_2, M_3가 모두 화학 Cellulose보다 成長極度幼蟲重이 무거웠다.

또한 5齡에의 成長率은 중반까지는 市販되는 化學 Cellulose가 加工 Cellulose보다 좋았지만 후반으로 갈수록 加工 Cellulose가 좋아졌다. 한편 가공 Cellulose원은 일본의 特許출원품(M_0) 보다도 높은 성장율을 나타냈다.

Table 1-7. Qualities of cocoons

Cellulose	female		male	
	Wt. of a cocoon	Ratio of cocoon shell	Wt. of a cocoon	Ratio of cocoon shell
Chem. cell.	1.222g	15%	1.053g	18%
M-0	—	—	—	—
M-1	1.256	15	1.110	18
M-2	1.422	15	1.018	16
M-3	1.486	14	1.078	16

表 1-7에서 繭層比率이 낮은 것은 供試蠶이 原種이기 때문이다. 암고치는 14~15%이고, 수고치는 16~18%로서 암고치에 比하여 2~4% 더 높은 數値를 나

Table 1-8. Relationship between economical characters and composition of cellulose powder.

Item / Cellulose	5days after hatching		10days after hatching		15days after hatching	
	Wt. of silkworm	Mortality	Wt. of silkworm	Mortality	Wt. of silkworm	Mortality
0%	4.2mg	22.2%	17mg	71.7%	53mg	6.1%
7.5	6.4	8.3	35	4.3	112	4.5
15.0	6.2	6.5	37	2.1	135	0
22.5	5.8	10.3	34	2.2	127	2.3
30.0	5.1	14.2	30	6.9	102	5.0

Item / Cellulose	20days after hatching		Wt. of fully grown larvae	Mortality of larval stage	Ratio of pupation	Wt. of a cocoon	Ratio of cocoon shell
	Wt. of silkworm	Mortality					
0%	g	%	g	100 %	%	g	%
7.5	0.948	2.3	3.85	19.4	86.84	1.236	16.32
15.0	0.702	2.1	4.22	10.1	90.69	1.624	18.47
22.5	0.679	0	4.16	15.5	92.50	1.516	17.63
30.0	0.513	5.2	3.37	31.6	82.35	1.441	16.75

타내었다. 繭層比率이 높은것은 化學 Cellulose區와 Mo區로서 各各 암고치 15%, 수고치 18%를 나타내고 있다.

4) Cellulose添加量의 差異에 따른 影響

基本飼料組成에 加工 cellulose의 添加量을 0.75, 15, 22.5, 30%의 5段階로 區分하여 飼育한 結果는 다음과 같다.

表 1-8을 보면 掃蠶 5日後의 蠶體重은 7.5% 添加區가 6.4mg로 가장 무거우며, 15%區, 22.5%區, 30%區, 無添加區의 順으로 가벼워 졌으며 掃蠶 20日 後에는 順序가 조금 바뀌어지서 15%가 0.702g로 가장 무겁고 그 다음이 22.5%區의 0.679g이고 7.5%는 0.648g으로 後期成長이 떨어지고 있는 것을 볼 수 있다.

減蠶比率은 全體的으로 볼때 掃蠶 5日後에 가장 높고 蠶齡이 進行됨에 따라 大體的으로 차츰 줄어드는 傾向이었으며 無添加區는 掃蠶 15日後에 全滅하였다.

Cellulose 添加量의 差異에 따르는 結果를 보면 15%區는 蠶體重, 健蛹比率, 繭層比率 等이 가장높고 減蠶比率은 가장 낮아서 다른 區에 比하여 가장 優秀한 便이며 22.5%區도 매우 좋은 結果를 나타내고 있는 것으로 보아 Cellulose의 最適添加量은 15~22.5%範圍內에 있는 것으로 推測된다.

上記한 네가지의 Cellulose實驗을 綜合해 보면 뽕나무와 소나무를 Cellulose源으로 한것이 市販精製品 Cellulose添加區와 거의 비슷한 飼育成績을 나타내고 있으므로 高價의 精製 Cellouse와 代置될 만한 可能性을 보여 주었으며 調製方法은 Cellulose種類에 따라 약간의 相異點도 없지 않으나 大體로 값이 싸고 簡便한 NaOH 處理法이 無難한 것으로 밝혀졌다.

試驗 Ⅱ. 누에의 人工飼料攝食性에 關한 硏究

實驗 Ⅰ에서는 主로 飼料資源的인 側面에서 硏究되었으나 여기서는 品種的인 側面에서 保存蠶品種 82種의 標準人工飼料에 對한 攝食反應을 調査하였으며, 아울러 飼育溫度의 高低가 누에의 發育에 미치는 影響과 人工飼料育과 桑葉育의 交互轉換時期를 檢討함으로써 飼育技術體系를 세우는데 必要한 資料를 마련하였다.

또한 攝食性에 差異가 나타나는 原因은 여러가지 要因이 複合的으로 作用하는 것으로 생각되나 그 要因中에는 體內酵素도 關與하고 있을 것으로 推測되기 때문에 攝食性이 相異한 몇가지 蠶品種과 溫度의 高低別 幼蟲의 發育階梯에 따라 血液, 中腸 및 絹絲腺의 Esterase와 Acid phosphatase의 活性을 電氣泳動法에 의해서 分析 檢討하므로써 攝食性과 이들 物質과의 關係를 究明해 보려고 試圖하였다.

1. 材料 및 方法

가. 供試蠶品種

누에의 系統別 攝食性試驗에는 우리나라 保存蠶品種中 15外 81種(日本種系 32種, 中國種系 31種, 歐州種系 11種, 交雜固定 및 在來種 8種)을 供試하였고 Esterase 및 Acid Phosphatase 電氣泳動試試에는 原種 2品種(中 15, 中 60姬) 交雜種 7品種(한생 1×한생 2, 한생 3×한생 4, 경추×연일, 무등×금호, 잠 107×잠 108, 잠 114×잠 113, 잠 115×잠 116)을 供試하였으며, 飼育條件別 攝食性試驗에는 잠 111×잠 112를 供試하였다.

나. 供試桑品種 8年生 改良鼠返

다. 供試人工飼料組成은 表 2-1과 같고 飼料調製는 試驗 Ⅰ과 同一하게 하였다.

基本人工飼料育은 試驗 Ⅰ의 飼育方法과 同一하게 하였고 桑葉育은 같은 飼育條件下에서 給桑回數를 全齡 1日 3回로 하였다.

飼育溫度 試驗에서는 ① 全齡 30°C ② 1~3齡 30°C, 4~5齡 28°C ③ 全齡 28°C ④ 1~3齡 28°C, 4~5齡 26°C의 4區를 設定하였고 한편으로는 酵素活性을 比較하기 爲하여 全齡 28°C, 35°C의 2區를 두었다..

供試蠶은 누에의 系統別 攝食性試驗에는 150마리씩 그外의 試驗에는 50마리씩 2反覆으로 完全任意配置法으로 하였다.

마. 調査內容

Table 2-1. Composition of the artificial diet

Substances	1~3 instar	4~5 instar
Mulberry leaf powder	25	20
Starch	8	12
Agar	4	4
Buckwheat powder	6	6
Soybean powder	38	38
Cellulose	15	15
Soybean oil	1.5	1.5
Citric acid	0.3	0.3
Ascorbic acid	0.5	2
Sucrose	5	5
K_2HPO_5	0.5	2.4
Panamycin	0.05	0.05
Hydroquinon	0.05	0.05
Propionic acid	1.5	1.5
β-sitosterol	0.2	0.2
Inositol	0.2	0.2
Vitamin B mixture	1	1
Sorbic acid	0.2	0.2
Water	300㎖	300㎖

調査項目에 있어서는 毛振率은 掃蠶後 24時間째에 2齡起蠶數와 起蠶體重은 掃蠶後 96時間째에 調査하고 3齡 以後부터는 人工飼料育基準에 따라 飼育하면서 누에의 實用形質을 調査하였다.

그리고 飼育條件別 攝食性試驗에서는 桑葉育을 하던 누에를 人工飼料育으로 轉換하거나 이와 反對로 轉換하면서 各齡別로 攝食狀況과 實用形質을 調査하였다.

또한 Esterase및 Acid Phosphatase 電氣泳動試料의 調製는 稚蠶期에는 適當數의 蠶兒體에 蒸溜水 0.5ml을 加하여 乳鉢으로 充分히 磨粹하여 試料液을 만들었으며 3齡 以後부터는 血液은 腹肢를 切斷하여 流出되는 것을 採取하여 本棉레스絲에 吸收시키고 그 다음에 中腸과 絹絲腺을 摘出하여 蒸溜水에 씻은 後 適量의 蒸溜水를 加하여 乳鉢으로 磨粹한 後 蠶兒體磨粹液과 같은 方法으로 磨粹液에 얇은 吸濕紙 한장을 펴고 거기에서 스며나온 液을 0.5~1cm 本棉레스絲에 吸收시켜 電氣泳動試料로 使用하였다.

Agarose gel film은 Agarose 1.5g와 Polyvinyl-pyrolidone 1.5g에 0.3M 燐酸緩衝液(PH 6.8) 100ml와 증류수 100ml을 加하여 蒸煮器에서 充分히 끓인 後 試驗管에 9ml씩 分注하여 두고 使用할때 다시 끓여서 8×12cm의 유리 板에 부어서 gel의 두께를 0.9mm로 만들었다.

泳動槽는 Eguchi方法(1965)에 準하여 2% Agar gel을 槽內區劃部底面에 같은 높이로 부어서 굳히고 그위에 Veronal緩衝液(PH 8.6, 증류수 1l에 Sodium 5, 5-diethylbarbiturate 4.8g, Sodiumacetate 3.24g, N/10HCl 30ml을 混合)을 各區劃間의 높이가 같도록 부어서 一極과 十極의 緩衝液높이를 水平으로 調節하여 4°C의 冷藏庫안에서 電氣泳動을 行하였다.

泳動試料는 Agarose gel film의 一端에 試料를 吸收시킨 레스絲를 列과 間隔을 調整하여 올려놓고 핀셋트 끝으로 레스絲를 가볍게 눌러서 埋沒시킨후 泳動槽의 白金線과 平行이 되도록 유리板을 올려놓고 兩側에 吸濕紙를 붙여서 gel film과 Veronal緩衝液과를 連結되게 한 後에 泳動槽의 뚜껑을 덮고 유리板 한장當 200Volt 20mA의 靜電流로 40分間 泳動을 行하였다.

檢出法은 Esterase의 境遇는 泳動이 끝난 直後 유리板에 1% β-naphthyl acetate溶液(β-naphthyl acetate 0.5g을 少量의 acetone에 녹여서 거기에 燐酸緩衝液을 加하여 50ml을 만듦)을 噴霧하여 全面이 고루젖게 한 後 恒溫器內에서 37°C에 10分間 保溫하였다가 꺼내서 2% Fast-blue-B salt, Diazoblue-B)液을 유리板全面에 噴霧하여 赤紫色으로 發色시킨 後 다시 37°C에 10分間 保溫하였다가 流水에서 3~4時間水洗하여 定溫乾燥器에서 70°C로 乾燥시킨後 寫眞撮影을 하였다.

Phosphatase의 境遇는 泳動이 끝난후 유리板을 酢酸緩衝液(PH 4.4, 증류수 1l에 M/10 Sodium acetate 7.4ml와 M/10 Acetic acid 12.6ml을 混合)에 浸漬하여 37°C에서 15分間 保溫한 後 유리板을 꺼내서 다시 基質溶液(Veronal緩衝液 20ml에 Disodium α-naphthyl phosphate 100mg을 녹이고 10% NaCl용액 2滴을 加함)에 浸漬하여 37°C에서 20分間 保溫한 後 꺼내서 유리板全面에 Fastblue B salt液을 噴霧하여 褐色으로 發色시킨 後 流水에 4~5時間 水洗하여 70°C에서 乾燥시킨 後 바로 寫眞撮影하였다.

2. 結果 및 考察

가. 누에의 系統別 攝食性試驗

保存蠶品種 82種을 人工飼料로 飼育하면서 調査한 內容은 表 2-2와 같다.

毛振率은 1.3~98.6% 範圍로 分布되어 있는데 80% 以上에 屬하는 것이 31品種이고 20% 以下가 9品種으로서 品種間에 顯著한 差異를 나타내고 있다. 系統別 平均毛振率을 보면 日本種系 68.50%, 中國種系 56.14%, 歐州種系 65.08%,로 나타났다. 即 日本種系가 가장 높고 歐州種系 中國種系의 順으로서 淸水(1975), Yamamoto etal(1977)이 日本保存蠶品種에 對하여 試驗한 結果와 同一한 傾向을 보여주고 있으며 供試蠶品種의 大部分은 人工飼料에 對한 攝食適性이 있는 것으로 考察되었다.

起蠶率에 있어서는 0~100%에 걸쳐 있어 毛振率과 마찬가지로 品種間 差異가 顯著하다. 1眠起蠶率은 大部分의 品種이 毛振率과 比例的으로 높은 傾向을 나타내고 있으며 2眠 起蠶率은 調査時間이 조금 빨랐던 關係로 全體的으로 매우 低調하게 나타났으나 그 傾向은 1眠 起蠶率과 비슷한 結果를 보여주고 있다.

毛振率과 起蠶率이 上位圈에 屬하는 品種은 금강, 흑아, 중 14호, 중 112호, 211호 等이고 下位圈에 屬하는 것은 임박갈원, 천문, Pebts, Q_7, 33호 等이다.

起蠶體重은 桑葉育에 있어서의 體重增加速度와 거의 같은 程度를 나타내고 있다. 2齡 起蠶體重은 大體로 3~5mg範圍이지만 極端的으로는 용각잠 2.2mg에 比하여 211호는 7mg로 約 3倍 以上의 差異가 있는 境遇도 있었으나 大略 蛾蠶體重의 10倍內外 成長하였고 3齡起蠶體重에 있어서도 亦是 品種間 差異가 甚하여 15~30mg 範圍로서 蛾蠶重에 比하여 35~70倍程度 成長하였다.

蠶體重의 增加速度는 毛振率에 어느程度 比例하는 傾向을 나타내고 있으나 例外도 없지는 않다.

한편 本實驗에서는 單一種의 人工飼料를 供試하였기

Table 2-2. Feeding response of the strains to the artificial diet, and its relation to the larval moulting and growth

Variety	Strain	Feeding response	2nd instar		3rd instar	
			ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm
Kumgang	C	90.7%	88.9%	4.7mg	45.4%	23.6mg
Moran	J	48.6	100.0	4.0	4.1	14.9
Huga	C	94.6	89.4	4.4	40.9	17.4
C 60 plain	C	24.6	40.5	3.7	6.6	14.5
C 2 T	C	51.3	67.5	5.3	15.3	27.1
Ubeck	E	98.0	85.7	3.9	11.9	18.3
Haeseckran	C	84.0	99.2	4.4	25.6	20.3
C 13	C	37.3	60.7	4.9	26.4	21.5
Q 7	E	1.3	100.0	4.1	0	
Mychyang	J	84.0	92.8	5.8	23.9	31.2
Zucksuck	J	40.6	90.1	4.9	56.3	21.7
N 115	J	52.6	48.1	4.2	2.6	18.3
R-1	C	61.3	93.4	5.1	31.3	25.5
Buckack	J	52.6	98.7	5.2	28.2	23.0
Jam 115	J	23.3	71.4	4.8	20.0	21.0
Sulack	J	69.3	58.6	3.7	0	
126	J	50.0	21.3	3.9	0	
C 15	C	86.6	96.9	5.2	15.8	28.4
Mugack plain	C	82.0	82.9	4.7	56.8	15.2
YZeKP×OCY	J.C	66.6	93.0	5.0	70.9	24.8
Suweon 10	N	34.0	92.1	4.9	42.5	18.4
Lackdong	C	59.3	52.8	4.8	4.2	21.8
LT	E	52.0	92.3	3.4	0	
PZD 11	E	75.3	23.8	5.0	29.6	15.7
AKT	E	95.3	43.3	3.3	0	
N 83 plain	J	72.0	57.4	3.6	19.3	13.3
Ungjin normal	J	88.6	33.8	5.2	100.0	23.5
Hansungjunla	J.C	83.3	96.8	5.9	72.2	29.7
Whanggackbeckkyun	C	72.6	48.6	3.4	58.4	13.3
Huckhojam	C	46.0	30.4	3.6	9.5	10.1
C 5	C	83.3	16.0	5.3	95.0	26.3
Beckran EE gwaingji	C	12.0	11.1	4.3	0	
N 112	J	96.6	93.1	5.1	0	
Yugongkyun	J	48.6	34.2	4.8	96.6	20.2
Jam 104	C	62.6	36.1	5.0	17.6	21.0
Imbackgalweon	C	5.3	62.5	4.0	0	
N 104	J	95.3	78.1	3.4	1.0	13.6
Hansunghojam	C	90.6	72.0	5.5	46.3	27.6
Chunmoon	C	1.3	0		0	
Bagdat	E	84.6	91.3	3.9	0	
Z 3	E	15.6	50.0	3.9	0	
Dedong	C	84.0	100.0	5.8	46.0	21.6
Hanseng 1	J	80.0	57.5	4.5	0	

Huckjam	J	16.6	48.0	4.6	0	
12	J	44.0	30.3	5.4	30.0	20.9
Kumgwangjoe	J	63.3	70.5	4.2	8.9	16.4
N 104	J	86.0	86.0	3.2	1.8	15.0
Lock 1042	E	30.6	89.1	5.4	41.4	17.8
Sinjoong	C	16.0	66.6	4.7	37.5	16.9
Jam 102	C	41.3	91.9	5.3	63.1	21.2
N-gyebeckran plain	C	86.6	96.9	5.4	65.0	19.3
Ungjin plain	J	19.3	65.5	4.4	0	
SC	E	93.3	81.4	4.9	0	
C 112	C	92.0	99.2	5.4	65.6	23.3
4 1	C	86.0	71.3	5.4	7.6	21.1
Pebsts	C	2.0	66.6	3.9	0	
Sammyunhonghibeck	C	75.3	97.3	5.2	12.7	22.4
211	J	93.3	99.2	7.2	95.6	32.4
Sung 104	J	94.6	100.0	4.3	9.8	19.3
N-gyebeckran plain	J	85.3	99.2	4.6	45.6	17.8
C 7	C	32.0	66.6	5.1	9.3	19.6
Yonggack jam	J	77.3	38.7	2.2	0	
Gwasulpyung	J	40.0	21.6	3.9	0	
Jam 103	J	90.6	97.7	5.9	56.3	22.6
PK	E	77.3	99.0	5.3	80.7	22.5
C 38	C	80.6	9.9	4.9	75.0	16.8
Beckdoo	J	94.6	11.2	2.6	0	
Se 215	N.C.J	42.6	65.6	4.4	16.6	18.6
Juck juck juck	J	98.0	36.7	3.1	0	
Yonggakdanji	J.C.E	58.6	6.8	3.6	0	
Usunglockgyun	C.E	71.3	74.7	2.9	3.7	
Hojam	C	94.0	82.2	3.8	50.8	11.2
Y 55 yu normal	J	61.3	77.1	4.8	0	
33	C	2.6	0		0	
Shanshulian	E	96.6	94.4	4.3	26.2	17.1
Usuck	J	20.0	53.3	3.5	0	
Sukwang	J	35.3	98.1	3.8	17.3	19.6
Yoolguckjam	J	95.3	64.3	3.3	0	
Sun 3	N	25.3	15.7	2.3	0	
Vez	J.C.N	25.3	10.5	3.6	0	
C 14	C	98.6	83.7	5.2	24.1	19.6
Sinjoong 103	C	18.0	85.1	5.6	69.5	29.7

Note; J-Japanese strain, C-Chinese strain, E-European strain, N-Native strain.

때문에 飼料組成의 變化에 따른 攝食性의 差異를 論할 수 없겠으나 Nagashima(1968), Ito(1961) 等이 報告한 바에 依하면 어떤 特定한 人工飼料에 對하여 攝食性이 良好한 것은 相異한 飼料組成에 對해서도 攝食適應性이 높다는 것이다. 그러므로 表 2-2는 人工飼料適應性 品種 選拔에 있어서 좋은 資料가 될 것으로 思料되기 때문에 系統別로 攝食性의 良否에 따라 表 2-3과 같이 分類하였다.

表 2-3은 系統別로 攝食性을 上中下로 分類하여 參考에 便宜를 꾀하였다.

毛振率 85% 以上에서의 系統別 比率을 比較해 보면 日本種系 37.7%(32品種中 11種) 中國種系 25.8%(31品種中 8種) 歐州種系 36.5%(11品種中 4種)로서 이미 論述한 系統別 平均毛振率과 同一한 傾向 即 日本種系>歐州種系>中國種系의 順序로 나타났다. 交雜固定種 및 在來種에는 攝食性이 上級에 屬하는 것은 全無

Table 2-3. Grouping of the varieties by the difference of the feeding response to the artificial diet

Strain	Feeding response	Variety
Japanese strain	Excellent	Juckjuckjuck. N 112. Yoolguckjam. Sung-104. Jam 103. Ungjin plain, N 104. N-gyebeckrannormal. 41.
	Good	Myohyang. Hanseng I. Yonggackjam. N 83-plain. Beckdoo. 211. Sulack. Kumgwang-joo. Y55yu normal. N 115. Buckack. 126
	Fair	Moran. Yugonggyun. 12. Jucksuck. Gwasulpyung. Sugwang. Jam 115. Usuck. Ungginplain. Huckjam
Chinese strain	Excellent	C 14. Huga. Hojam. C 112. Kumgang. Hansunghojam. C 16. N-gyebeckran plain.
	Good	Haeseckran. Dedong. C 5. Mugack plain. C 38. Sammyunhonghibeck. Hwanggackbeckgyun. Jam 104. B-I. Lackdong. C2T
	Fair	Jam 102. C 13. C 7. C 60 plain. Sinjoong. Huckhojam. Sinjoong 103. Beckran-EE gwaingji. Imbackgalweon. 33. Pebts Chunmoon
European strain	Excellent	Ubeck. Shanshulian. SC. AKT
	Good	Bagdat. PZD II. PK. LT
	Fair	Lock 1042. Z3. Q7
Native strain	Good	Hansungjunla. Usunglockgyun. YZeKP×OCY Yonggackdanji
	Fair	Se 215. Suweon 10. Sun 3. VeZ

Note : Excellent-feeding response ratio, Over 85%
Good-feeding response ratio, 84~50%
Fair-feeding response ratio, below 49%

Table 2-4. Feeding results turned to the feeding of the larvae by the artifical diet from the larvae fed by natural dlet.

Items / Turning points	Ratio of food selection			2nd instar		3rd instar	
	Ist day	2nd day	3rd day	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Wt. of moulted silkworm	Mortality
	%	%	%	mg	%	mg	%
Control (Rearing of mulberry leaves)	100	100	100	7.3	2.3	25	0
2nd instar	18	48	96	7.3	4.0	23	1.3
3rd instar	12	48	98			25	8.0
4th instar	4	24	96				
5th instar	0	10	98				

Items / Turning points	4th instar		5th instar		Duration	Ratio of healthy pupa	Ratio of cocoon shell
	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Wt. of moulted silkworm	Mortality	of larvae		
	g	%	g	%	DH	%	%
Control (Rearing of mulberry leaves)	0.137	1.0	0.815	5.3	23.6	97.3	22.14
2nd instar	0.112	4.7	0.634	4.3	30.10	87.3	17.81
3rd instar	0.124	2.3	0.673	6.7	29.12	88.7	18.12
4th instar	0.137	7.7	0.717	7.3	29.5	91.3	19.48
5th instar			0.815	3.0	27.12	94.7	21.32

하였다.

나. 飼育條件別 攝食性 試驗

1) 桑葉育蠶兒의 人工飼料育 轉換試驗

桑葉으로 飼育하던 누에를 어느 時期에 人工飼料育으로 轉換하는 것이 가장 適當한가를 알기 爲하여 各齡期別로 轉換試驗을 行하였다.

桑葉育蠶兒를 人工飼料育으로 轉換했을 境遇 飼料를 攝食하기 始作하는 比率을 表 2-4에서 보면 大體로 1日째는 거의 攝食하지 않거나 少數만이 攝食하고 2日째는 轉換蠶齡期에 따라 顯著한 差異를 보여주고 있다. 即 2-3齡期는 48%, 4~5齡期는 10~24%이다. 3日째는 各蠶齡期 共히 96% 以上의 攝食率을 나타내고 있는 것으로 보아서 飼料의 轉換에 따르는 適應 내지 嗜好性의 變化에 相當한 時間이 所要되는 것을 엿볼 수 있다.

全齡經過日數는 桑葉育區에 比하여 5~7日 遲延되었고 轉換時期가 빠를수록 經過日數는 길어지는 傾向을 보여주고 있으며 繭層比率에 있어서는 人工飼料育으로 轉換하는 時期가 늦을수록 높은 傾向을 나타내어 5齡期에 轉換한 것은 21.32%로 桑葉育區에 比하여 거의 遜色이 없을 程度이지만 4齡期 19.48%, 3齡期 18.12%, 2齡期 17.86%의 順으로 漸次 떨어지고 있는 것을 볼 수 있다.

2) 人工飼料育蠶兒의 桑葉育 轉換試驗

人工飼料育누에를 桑葉育으로 轉換할 最適期를 알고저 試驗한 結果는 表 2-5와 같다.

人工飼料로 飼育하던 누에를 桑葉으로 轉換했을 때 桑葉을 攝食하기 始作하는 比率은 桑葉育蠶兒를 人工飼料育으로 轉換시키는 境遇보다 훨씬 높은 바 1日째 52~100%, 2日째는 全區가 거의 攝食하는 것으로 나타났다. 이것은 누에가 唯一한 天然飼料인 뽕을 좋아하고 있다는 것을 말해 주고 있으나 人工飼料에 多少 適應된 누에는 바로 뽕잎을 攝食하지 않고 數時間 後부터 食桑하기 始作하는 것을 볼 수 있었다.

全齡經過日數는 人工飼料에 比하여 1.6~4.6日가량 短縮되었는데 桑葉育으로 轉換하는 時期가 빠를수록 經過日數는 短縮되어 2齡期에 轉換한 것은 24日 3時間으로 桑葉育의 境遇와 비슷하며 5齡期는 27日로 人工飼料育에 比하여 1日 18時間이 短縮되었다. 繭層比率은 桑葉育으로의 轉換時期가 빠를수록 높은 便이다. 即 2齡期에 轉換한 것은 22.18%로 가장 높고 3齡期 21.26%, 4齡期 21.13%, 5齡期 19.45%의 順으로 되어있다.

3) 飼育溫度의 高低가 發育에 미치는 影響

人工飼料育의 氣象環境中에서 成長과 가장 깊은 關係를 갖고 있는 溫度를 ① 全齡 30°C區, ② 稚蠶 30°C와 壯蠶 28°C區, ③ 全齡 28°C區, ④ 稚蠶 28°C와 壯蠶 26°C區의 4段階로 區分하여 飼育하였다.

Table 2-5. Feeding results turned to the feeding of the larvae by the natural diet from the larvae fed by artificial diet

Items / Turning points	Ratio of food selection			2nd instar		3rd instar	
	1st day	2nd day	3rd day	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Wt. of moulted silkworm	Mortality
	%	%	%	mg	%	mg	%
Control (Rearing of artificial diet)	67.3	93.5	97.8	6.5	6.3	29	2.0
2nd instar	52.0	98.3	100	6.5	3.7	33	3.3
3rd instar	76.3	100				29	2.7
4th instar	85.7	100					
5th instar	100						

Items / Turning points	4th instar		5th instar		Duration of larvae	Ratio of healthy pupa	Ratio of cocoon shell
	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Wt. of moulted silkworm	Mortality			
	g	%	g	%	DH	%	%
Control (Rearing of artificial diet)	0.126	3.3	0.667	2.7	28.28	86.6	18.36
2nd instar	0.163	2.7	0.923	3.0	24.3	88.3	22.18
3rd instar	0.134	3.0	0.847	2.7	25.6	89.0	21.26
4th instar	0.126	4.3	0.778	4.7	26.10	93.3	21.13
5th instar			0.667	4.9	27.0	93.7	19.45

Table 2-6. Feeding results according to the rearing temperatures

Items / Rearing temperatures	2nd instar		3rd instar		4th instar	
	Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm
1~5th instar 30°C	80.0%	6.2%	75.3%	30㎎	47.5%	0.124g
1~3rd instar 30, 4~5th insatr 28	80.3	6.2	75.2	30	52.6	0.132
1~5th instar 28	74.3	6.1	71.3	28	55.7	0.137
1~3rd instar 28, 4~5th instar 26	74.1	6.1	71.2	28	54.3	0.129

Items / Rearing temperatures	5th instar		Mortality of larval stage	Duration of larvae	Ratio of healthy pupa	Ratio of cocoon shell
	Ratio of moulted silkworm	Wt. of fully grown larvae				
1~5th instar 30°C	0.617g	3.513g	23.6%	27.5DH	82.7%	19.32%
1~3rd instar 30, 4~5th instar 28	0.679	4.125	20.3	27.0	83.3	19.14
1~5th instar 28	0.682	4.226	18.7	28.12	90.7	18.76
1~3rd instar 28, 4~5th instar 26	0.654	4.124	12.0	29.6	92.6	18.21

表 2-6에서 高溫飼育區인 全齡 30°C區와 稚蠶 30°C 壯蠶 28°C區는 稚蠶初期의 起蠶率이 높은 편이며 起蠶體重도 무거운 傾向을 나타내었으나 壯蠶期에는 稚蠶 28°C, 壯蠶 26°C區에 比하여 體重이 가벼워지고 있다.

한편 成長極度蠶體重은 全齡 28°C가 4.229g로 가장 무거우며 이것은 全齡 30°C區의 3.513g보다 0.713g이 더 무거웠다.

減蠶比率은 飼育溫度가 높아짐에 따라 漸次 增加되는 傾向이 보이며 經過日數는 飼育溫度가 낮아짐에 따라 延長되어서 稚蠶 28°C, 壯蠶 26°C區는 29日 6時間으로 全齡 30°C區보다 2日 1時間이 遲延되고 있음을 볼 수 있다.

健蛹比率도 減蠶比率과 같은 傾向을 나타내어서 飼育溫度가 높아짐에 따라 健蛹比率은 低下하고 있다. 繭層比率에 있어서는 飼育溫度가 높아짐에 따라 若干 增加하는 傾向을 나타내고 있다.

上記한 3種의 實驗을 綜合해 보면 桑葉育에서 人工飼料育으로, 反對로 人工飼料育에서 桑葉育으로 轉換하여 蠶作의 安定度와 經濟性을 調査한 結果, 1~3齡期는 桑葉育을 하고 4~5齡期는 人工飼料育으로 轉換하는 것이 經過日數도 短縮되고 繭層比率이 높아지고 있으며 한편 1~3齡期는 人工飼料育을 하고 4~5齡期는 桑葉育으로 轉換했을 境遇는 全齡桑葉育에 比하여 經過日數가 約 2日程度 延長되었고 繭層比率은 約 1% 가량 減少되었다. 그러나 實用的인 立場에서 檢討하여 본다면 前者의 境遇보다 後者의 境遇가 稚蠶의 大量共同飼育이 可能하기 때문에 經濟性이 있을 것으로 期待된다.

高宮(1970, 1973, 1974, 1975a, b)는 各齡期別 飼育溫度가 人工飼料育 누에의 成長發育에 미치는 影響에 對한 分析的인 試驗에서 全齡의 飼育溫度를 各各 25°C, 28°C 및 31°C로 했을때 經過時間은 溫度가 높을수록 短縮되었으며 그 差는 25°C와 28°C의 사이에서 顯著하게 높았고 28°C와 31°C 사이는 매우 낮은 편이었다. 한편 各齡眠蠶 體重은 溫度가 높을수록 무거워 지는데 그 程度는 25°C와 28°C 사이보다도 28°C와 31°C 사이가 훨씬 더 무거웠다. 또한 飼育溫度는 蠶繭의 計量形質에 影響을 미치는데 28°C區에 있어서 繭重 및 繭層重이 조금 더 무거운 傾向이었다.

即 人工飼料育에 있어서는 桑葉育의 境遇보다 飼育適溫이 더 높다는 것이 判明되었다.

本試驗에서 人工飼料育과 飼育溫度와의 關係를 보면 大體的으로 高宮(1970)의 硏究結果와 같은 傾向을 보여주고 있는데, 누에는 30°C 以內의 溫度에서는 溫度가 높을수록 發育이 促進되며 絹物質生產도 若干 增加되는 傾向을 나타내고 있으나 繭重이 매우 가볍고 減蠶比率이 높은 편이므로 本實驗範圍에서는 稚蠶期 30°C 壯蠶期 28°C區 및 全齡 28°C區가 適溫範圍로 認定되며 飼料組成에 따라 相當한 差異가 있을 것으로 推測된다.

다. 人工飼料攝食性의 差異에 따른 Esterase 및 Acid Phosphatase의 電氣泳動像

1) 桑葉育과 人工飼料育누에의 Esterase電氣泳動

蠶品種別 人工飼料攝食性 調査에서 밝혀진 結果에 따라 攝食性에 있어서 極端的으로 差異가 있는 中 15

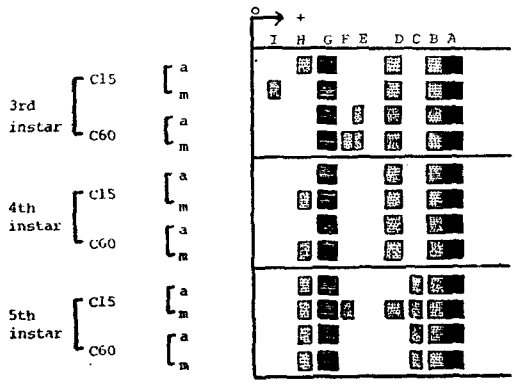

Fig. 2-1. Diagrammatic representation of esterase on the silkworm intestine.
C15-China 15, C60-China 60 white, o-origin
a-artificial diet, m-mulberry leaf.

號(良好)와 中 60姬(不良)를 桑葉과 人工飼料로 飼育하면서 電氣泳動法에 依해서 3~5齡起蠶의 中腸 Esterase型과 5齡 3日째의 絹絲腺 Esterase型을 調査했고 模式圖로 나타내면 그림 2-1 및 2-2와 같다.

그림 2-1에서 中腸 Esterase型은 蠶品種間에도 差異가 있고 發育階梯에 따라서도 變化가 있다.

3齡起蠶의 中腸에 있어서 中 15人工飼料區는 A, B, D, G, H活性帶가 나타났고 桑葉區에는 A, B, D, G, I活性帶가 나타나서 兩區 모두 5個活性帶를 가지고 있으나 H活性帶와 I活性帶는 移動性이 매우 다른 것을 알 수 있다. 한편 中 60姬 人工飼料區의 活性帶 A, B, D, E, G에 比하여 桑葉區는 A, B, D, E, F, G의 6個活性帶가 認定되어 人工飼料區에는 存在하지 않는 F活性帶가 하나 더 認定되고 있다.

中 15와 中 60姬 人工飼料區의 泳動像을 比較해 보면 中 15에는 中 60姬에 없는 H活性帶, 反面에 中 60姬에는 中 15에 없는 E活性帶가 各各 나타나고 있다.

4齡起蠶에서는 中 15, 中 60姬의 中腸 Esterase型은 人工飼料區와 桑葉區가 서로 같은 型을 보여주었다. 3齡起蠶때 中 15人工飼料區에서만 나타난 H活性帶가 4齡期에는 나타나지 않고 桑葉區에만 나타나고 있으며 中 60姬의 E, F活性帶는 4齡期에는 나타나지 않았다.

5齡起蠶의 中腸 Esterase型은 3, 4齡期에 比하여 매우 다르게 나타났다. 即 中 15人工飼料區는 A, B, C, G, H 5個 活性帶인데 比하여 桑葉區는 A, B, C, D, F, C, H 7個 活性帶가 認定되며 中 60姬는 人工飼料區와 桑葉區에서 다같이 A, B, C, G, H 5個 活性帶가 나타나고 있다. 中 15, 中 60姬의 H活性帶는 桑葉育에서나 人工飼料에서도 아주 뚜렷하게 나타나고 있다.

위와 같이 3, 4, 5齡起蠶에서 攝食性이 良好한 品種에서는 H活性帶가 나타났고 不良한 品種에서는 H活性帶는 나타나지 않고 E活性帶가 나타나서 서로 뚜렷한 差異가 認定되고 있는데 이 H活性帶가 攝食性이 좋다는 性質과 直接的인 關係가 있는 것인지를 立證할 수 있는 實驗이 遂行되지 않았기 때문에 確實한 說明을 加하기 어려우나 H活性帶는 蠶齡이 進行됨에 따라 5齡期에는 더욱 活性化되어 明確하게 나타나는 것으로 보아서 人工飼料에 對한 攝食性의 適應과 더불어 活性化되는 傾向이 認定되었다. 이와는 反對로 E活性帶는 蠶齡이 進行됨에 따라 漸次 消滅되는 것은 攝食性의 適應과는 逆의 現象으로서 攝食을 支配하는 要因으로 생각하기는 어려울 것 같다.

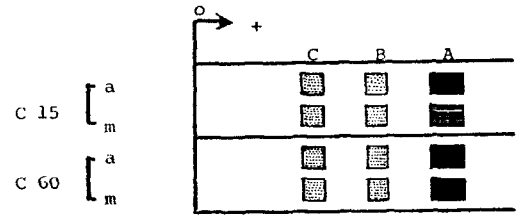

Fig. 2-2. Diagrammatic represention of esterase zymograms on the silkgland.
a-artifcial diet, m-mulbrry leaf. o-origin

또한 中 15, 中 60姬 두 品種은 다같이 人工飼料區에 1~2個(F 및 I) 活性帶를 缺하고 있는 原因은 飼料組成分의 差異에 基因되는 것으로 考察되지만 具體的으로 當該 活性帶에 關與하는 Isozyme이나 基質이 存在하지 않거나 어떤 다른 要因과의 複合作用의 結果일 것으로 推測해 볼 수는 있지만 本實驗에서는 F 및 I泳動帶의 活性을 誘發하는 物質의 本性에 對해서는 言及할 수 없지만 앞으로 이 物質을 追跡하면 人工飼料의 攝食性解明에 크게 寄與할 수 있을 것으로 期待된다.

그림 2-2에서 5齡 3日째 絹絲腺의 電氣泳動像은 蠶品種間이나 飼料種類에 따라 거의 差異가 認定되지 않는다. 即 어느 區에서나 A, B, C 3個活性帶가 나타나고 있다. 吉武와 江口(1965)는 여러 品種의 絹絲腺 Esterase 電氣泳動像을 調査한 結果 酵素活性이 없는 O型과 移動性에 多少 差異가 있는 A型과 B型으로 區分할 수 있다고 報告하였다. 即 絹絲腺에는 活性帶가 나타나지 않는 것과 1個 나타나는 것이 있다는 것이다. 이 內容은 本 實驗에서 얻은 結果와는 全혀 一致되지 않는다. 本實驗에서는 여러차례 反覆한 泳動에서 同一型의 Esterase型을 確認하였고 또 後述할 交雜種의 絹絲腺 Esterase型과도 一致하고 있으므로 實驗上의 誤謬는 없었다고 確信한다.

2) 奬勵品種의 飼育溫度別 幼蟲體의 Esterase 및 Adid Phosphatase의 電氣泳動

Table 2-7. Feeding response of commercial varieties to the artificial diet.

No.	Variety	2nd instar		Wt. of moulted silkworm	
		ratio of moulted silkworm	duration	4th instar	5th instar
1	Jam 107×Jam 108	92.8%	105hour	182mg	1,078mg
2	Jam 114×Jam 113	90.8	108	186	1,077
3	Jam 115×Jam 116	96.5	95	176	1,085
4	Moodung×Kumho	93.5	102	159	1,136
5	Kyungchoo×Yeonil	89.1	110	198	1,194
6	Hanseng 3×Hanseng 4	95.8	98	201	1,211
7	Hanseng 1×Hanseng 2	92.3	102	156	1,012

Note : Rearing temperature 28°C
Relative humidity 92%

7個의 現 奬勵蠶品種에 對한 人工飼料 攝食性은 表 2-7과 같다.

攝食性 이 서로 다른 7個品種을 飼育溫度 28°C와 35°C로 區分飼育하면서 蠶品種別, 飼育溫度別, 發育階梯別로 稚蠶體, 血液, 中腸 및 絹絲腺의 Esterase와 Acid Phospatase의 電氣泳動像을 調査하였다. Esterase는 蟻蠶과 1~5齡까지 各齡 1回씩, Acid Phosphatase는 3~5齡까지 各齡 1回씩 電氣泳動을 實施하였다.

그림 2-3을 보면 蟻蠶, 1齡蠶, 2齡蠶의 全身磨碎液의 Esterase型은 孵化後 飼料를 全혀 食下하지 않은 蟻蠶에서는 電氣泳動帶가 4個 나타난데 比하여 1齡蠶은 2個, 2齡蠶에는 3個의 活性帶가 나타나고 있다. 蟻蠶과 1, 2齡蠶에 있어서는 蠶品種間이나 飼育溫度의 高低에 따른 Esterase型의 差異點은 찾아볼 수 없었으나 發育階梯에 따라 뚜렷한 差異를 나타내고 있다. 即 蟻蠶은 A, B, C, D 4個 活性帶를 나타내었는데 1齡蠶에서는 C, D活性帶는 나타나지 않았으며 2齡蠶에서는 C活性帶기 다시 나타나고 있다.

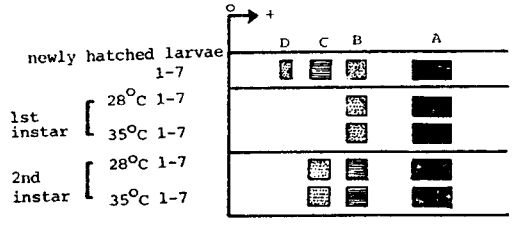

Fig. 2-3. Diagrammatic representation of esterase zymograms on the silkworm larvae.
28°C, 35°C-Rearing temperature
1-Jam 107×Jam 108. 2-Jam 114×Jam 113.
3-Jam115×Jam116. 4-Moodung×Kumho.
5-Kyungchoo×Yeonil 6-Hanseng3×Hanseng4
7-Hansengl×Hanseng2. 0-Origin.

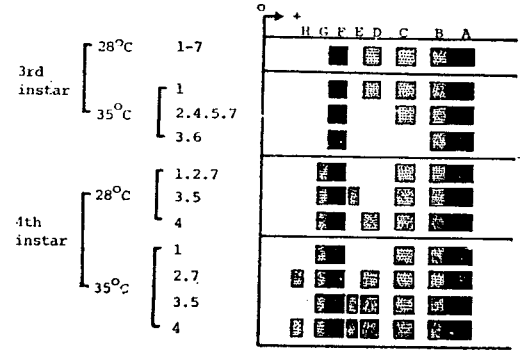

Fig. 2-4. Diagrammatic representation of esterase zymograms on the silkworm intestine.
28°C, 35°C-Rearing temperature.
I-7; Same as fig 2-3.

그림 2-4를 보면 3齡期에 있어서는 中腸의 Esterase 電氣泳動像은 變化가 매우 甚하다. 28°C區와 35°C區에서 다같이 2齡期까지는 나타나지 않았던 2個의 活性帶가 새로 나타나서 28°C區에는 7品種 모두 A, B, C, D, F 5個活性帶가 認定되는데 比해서 35°C區의 *No.* 3, *No.* 6에는 C. D活性帶가 나타나지 않았고 *No.* 2, *No.* 4, *No.* 5, *No.* 7에는 D活性帶가 認定되지 않았다.

이것은 高溫接觸에 依한 酵素活性의 攪亂 내지 酵素生成作用의 阻害에 基因되는 것으로 推測되지만 確實한 說明을 加하려면 더 많은 實驗이 行해져야 할 것이다. 여기에 對해서 Eguchi(1969)는 Esterase電氣泳動像의 差異는 isozyme의 存否에 依한 것이 아니라 蠶體內 組織器官의 各成分의 差異에 依한 것이라고 說明하였다.

4齡蠶의 中腸 Esterase 電氣泳動像은 매우 複雜하다. 3齡蠶에 比해서 G活性帶가 飼育溫度와 蠶品種의 相異에 關係없이 追加되어 나타나고 있다. 中腸 Esterase

泳動像의 基本型은 A, B, C, F, G 5個活性帶로서 江口와 杉本(1964)의 硏究結果와 一致하고 있으나 28°C區의 *No.* 3 및 *No.* 5에는 E活性帶, *No.* 4에는 D活性帶가 特異的으로 나타나고 있다. 한편 35°C區에는 *No.* 1을 除外한 全品種에 D活性帶가 나타나서 28°C區와 泳動像의 差異를 이루고 있다. 特히 다른 齡期에는 찾아볼 수 없는 H活性帶가 *No.* 2, *No.* 4 및 *No.* 7에 나타났으며 E活性帶는 *No.* 3, *No.* 5 및 *No.* 7에 各各 나타나고 있다. 이와 같이 溫度의 高低가 中腸 Esterase型에 많은 變化를 가져오는 것은 Isozyme의 活性適溫이 各各 相異하다는 것을 말해주는 것으로 생각된다. 大體로 4齡蠶에서는 溫度가 높은 35°C區에서 酵素活性帶가 增加하고 있다. 그림 2-1에 나타난 中國種系原種인 中 15 및 中 60姬의 中腸 Esterase活性帶보다 그림 2-4의 交雜種에 있어서는 서로 對應하지 않는 자리에 1~2個의 活性帶가 더 많은 傾向을 보여주고 있다. Eguchi와 Sugimoto(1965)가 中國種系 E1를 供試하여 누에의 發育에 따른 Esterase型의 變化를 調査한 結果를 보면 Fig 2-1의 中 60姬와 同一한 泳動像을 나타내고 있으며 交雜種은 原種보다 항상 1~2個의 活性帶가 더 많은 傾向이다.

한편 4齡蠶의 血液과 絹絲腺의 Esterase電氣泳動像을 보면 血液에 있어서는 蠶品種 및 飼育溫度의 相異에 關係없이 單一型의 1個 活性帶가 나타났으며 絹絲腺에는 3個의 活性帶가 整然하게 나타나서 蠶品種間이나 飼育溫度別 差異를 찾아 볼 수 없었으나 35°C區 *No.* 1에 移動性이 特異하게 다른 것보다 빠른 1個의 强한 活性帶가 注目을 끌고 있다.

5齡期에는 28°C에 限하여 電氣泳動을 實施하였다. 그림 2-9을 보면 血液과 絹絲腺의 Esterase型은 4齡蠶의 Esterase型과 各各 同一型으로 나타나고 있다. 即 血液은 單一型의 1個活性帶, 絹絲腺은 3個活性帶를 나타내고 있다. 中腸 Esterase型은 5個活性帶가 나타나서 4齡蠶의 基本型과 同一하였고 蠶品種間 差異도 認定되지 않았다.

全齡期間을 通해서 各組織器官의 Esterase型과 攝食性을 連關시켜 檢討해 보면 毛振率과 體重增加率이 높은 No 3, No 4와 毛振率은 낮으나 體重增加率은 No 4와 對等한 No 5의 中腸 Esterase 活性帶에는 다른 品種에서는 볼 수 없는 E活性帶와 그림 2-1의 H活性帶에 對應하는 G活性帶는 4齡期부터 새로 나타나고 있다. 이러한 特異性이 品種固有의 酵素型이라면 그 特異酵素는 그의 固有機能을 發揮하여 어떤 生理作用에 關與하고 있으리라는 것은 分明하다.

한편 血液, 中腸 및 絹絲腺의 Acid Phosphatase型은

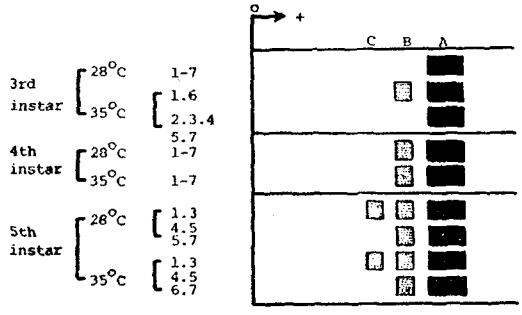

Fig. 2-5. Diagrammatic representation of acid phosphatase zymograms on the silkworm intestine. 28°C, 35°C-Rearing temperature. 1~7: the same as Fig 2-3.

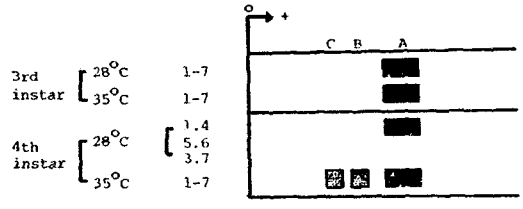

Fig. 2-6. Diagrammatic representation of acid phosphatase zymograms on the silkworm haemolymph. 28°C, 35°C-Rearing temperature. 1~7: the same as Fig 2-3.

그림 2-5, 2-6, 2-8과 같다.

그림 2-5, 2-6에서 3齡蠶의 中腸 Acid Phosphatase型은 28°C區에 있어서는 移動性이 같은 1個活性帶가 强하게 나타났고 34°C區에는 28°C와 同一한 活性帶外에 *No.* 1과 *No.* 6에 移動性이 조금 弱한 活性帶가 한個 認定되고 있다.

4齡蠶에 있어서 中腸 Acid Phoshatase型은 蠶品種間이나 飼育溫度의 相異에 關係없이 A, B 2個 活性帶가 强하게 나타나고 있다.

5齡 4日째의 中腸 Acid Phosphatase 泳動像을 살펴보면 *No* 1, *No* 3, *No* 4, *No* 5에는 A, B, C 3個 活性帶가 나타나서 4齡蠶에서는 認定되지 않았던 C活性帶가 追加되고 있는데 이것은 Eguchi(1965)가 中國種系 EI에 對해서 調査한 Acid Phosphatase泳動像과 一致하고 있으나 *No.* 2 및 *No.* 7에는 C活性帶가 存在하지 않는 것이 조금 特異的이다.

血液 Acid phosphatase型은 3齡蠶에서는 1個活性帶만 나타났으며 4齡蠶에서는 *No* 1, *No* 2, *No* 4 및 *No* 5에는 1個 活性帶가 認定되고 *No* 3 및 *No* 7에는 泳動帶가 認定되지 않았으며 35°C區에서는 各區가 모두 A, B, C 3個 活性帶가 나타났다. 한편 絹絲腺은 3~5齡蠶

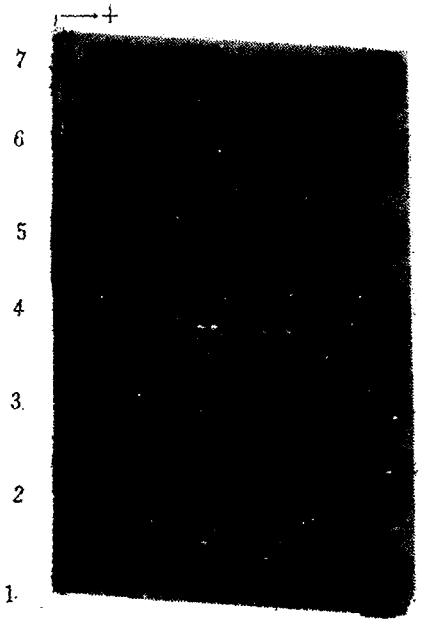

Fig. 2-7. Photographs of the esterase types on the intestine. (at 35°C)
1~7; same as Fig. 2-3.

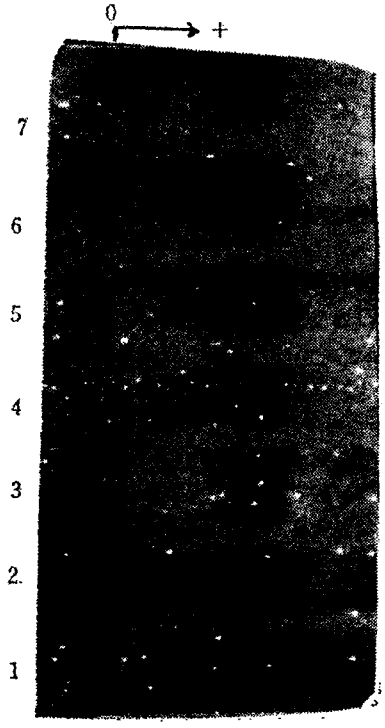

Fig. 2-8. Photographs of the acid phosphatase types on the intestine.
1~7: same as Fig. 2-3.

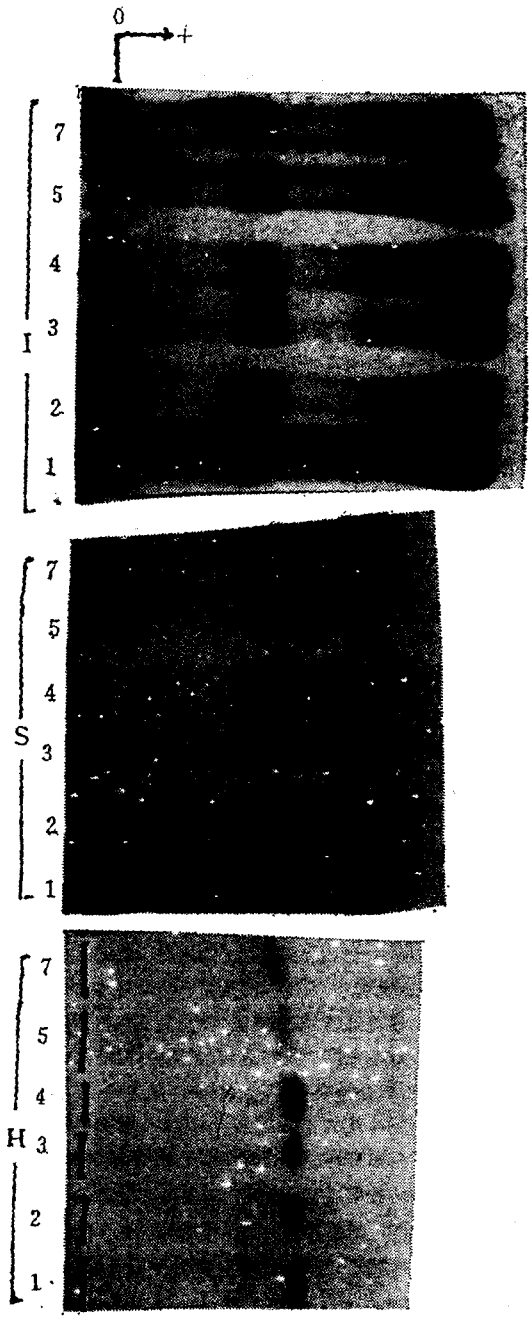

Fig. 2-9. Photographs of the esterase types on the intestine, silkgland and haemolymph (in 5th instar)
J-intestine. S-silkgland
H-haemolymph.
1~7: same as Fig. 2-3.

에서 活性帶가 全혀 나타나지 않아서 그 型을 把握할 수가 없었다.

3, 4, 5齡蠶의 Acid Phosphatase泳動像을 全體的으로 比較해보면 中腸에 있어서는 蠶齡이 進行됨에 따라 活性帶가 增加하고 있다. 即 3齡蠶에는 A活性帶, 4齡蠶에는 A, B活性帶, 5齡蠶에는 A, B, C活性帶가 認定되고 있으므로 各齡마다 1個 活性帶씩 增加되고 있는데 이 現象이 누에의 人工飼料에 對한 攝食適應性과 關係가 있는지는 밝히기 어렵다.

血液에 있어서는 3齡蠶에는 A活性帶만 認定되는 것이 4齡蠶 35°C區에서는 A, B, C 3個活性帶로 增加하고 있으며 다만 4齡蠶 *No.* 3와 *No.* 7에서 活性帶가 認定되지 않은 것이 다르다.

Ⅲ. 綜合考察

누에 人工飼料資源開發과 人工飼料에 對한 누에의 攝食性으로 나누어 硏究한 結果를 綜合的으로 連關시켜 考察하면 다음과 같다.

누에의 飼料選擇性에 對한 硏究에서 Hamamura etal (1962), 石川와 平尾(1965), 上北 等(1971)은 飼料의 物理的 狀態, 栄養成分, 攝食忌避物質 및 毒物의 存在 그리고 그 外의 많은 要素에 의해서 飼料選擇性이 支配되고 있다고 밝히고 누에의 人工飼料資源으로는 大部分의 植物이 對象이 되지마는 天然的인 狀態로는 桑葉 以外에는 누에가 忌避하고 있으므로 飼料資源으로 利用하기 위해서는 누에가 싫어하는 原因을 除去하고 生長에 必要한 物質이 豊富하게 含有될 수 있도록 適當한 處理를 거쳐야 비로소 飼料的 價値를 지니게 된다는 것이다.

試驗 Ⅰ에 供試된 人工飼料資源은 여러가지 飼料組成分中에서 몇가지만 取扱하였지만 人工飼料實用化 硏究分野에서 매우 緊要한 問題를 究明했다고 본다.

即 49種의 植物粉末을 人工飼料에 混入하여 누에의 攝食性을 誘發시키고 攝食量의 增加로 蠶體重을 비롯하여 各種實用形質이 基本飼料에 比하여 顯著하게 優秀한 植物은 동부, 방동산이, 결명차, 망초 等 4種이었다. 이와같이 누에의 生長을 促進시키는 物質이 무엇인지에 對해서는 이들 植物의 成分分析을 行하지 않았기 때문에 言及하기 어려우나 人間食品의 調味料와 같은 役割을 하는 누에의 攝食刺戟物質이나 消化 및 酵素機能을 助長시키는 어떤 物質이 存在하는 것으로 推理된다.

또한 向山 等(1962), 平坂(1967), 浜村(1975)는 누에의 人工飼料成分中에서 Cellulose의 添加意義를 强調하였다. 本 試驗에서 Cellulose資源으로 供試된 뽕나무, 소나무, 오리나무, 미류나무, 나왕 等의 木質部에 아무 處理를 加하지 않고 粉末로 만들어 人工飼料에 添加할 경우에는 攝食性이 極度로 低調해지고 누에의 成長을 阻害하는 傾向이 顯著하였으며 甚한 경우에는 누에가 全滅(미류나무)하기 때문에 木質部에 存在하는 成長阻害物質을 除去해야 한다. 即 Cellulose의 純度를 높임으로서 障害를 免할 수 있으므로 Hcl, NaOH, C_2H_5OH, 過酢酸(PA) 等으로 處理하여 各各 調製한 Cellulose는 거의 阻害現象이 나타나지 아니하였다. 이 中에서 뽕나무 Cellulose는 市販 Cellulose보다 오히려 飼育成績이 더 良好하였으므로 이에 對한 處理加工法을 簡便化하면 뽕나무가지의 利用度를 높이는 同時에 實用化에 重要한 寄與를 하게 될 것이다.

實驗 Ⅱ에 있어서는 人工飼料에 對한 누에의 攝食性을 몇가지 側面에서 硏究하였다. 高宮(1968), 中村(1973), 山林(1977), 李와 禹(1978)은 蠶品種에 따라 人工飼料攝食性이 서로 다르다는 事實을 究明하였다. 人工飼料育에 있어서 飼料攝食性을 向上시키는 일은 大端히 重要하다. 아무리 훌륭한 組成으로 飼料를 造製하였다 하더라도 누에가 머지 않으면 虛事이다. 그러므로 人工飼料適合性을 毛振率과 起蠶率을 通해서 檢定하고 攝食狀況을 系統別로 區分해본 結果, 毛振率이 85% 以上인 것은 日本種系 11種, 中國種系 8種, 歐洲種系 4種이었다. 이들 品種의 實用形質을 改善해 가면 人工飼料에 對한 適性蠶品種이 育成될 것으로 期待된다.

한편 飼育條件에 따라서도 攝食性에 相異가 認定되었는데 飼育溫度 30°C 以內에서는 溫度가 높을수록 攝食性이 좋은 편이 었으며 恒溫飼育보다 變溫飼育이 一般的으로 攝食性이 높은 傾向을 보여주었고 桑葉育과 人工飼料育과의 相互轉換에 있어서는 桑葉育을 하던 누에를 人工飼料育으로 轉換하면 1日째는 거의 攝食하지 않으며 2日째부터 徐徐히 攝食하기 始作하는데 飼料給餌부터 攝食開始까지에 要하는 時間은 稚蠶期는 짧고 蠶齡이 進行됨에 따라 길어져서 3日程度 걸린다. 反對로 人工飼料育을 하던 누에를 桑葉育으로 轉換할 境遇에는 桑葉을 攝食하기 始作하는 時間은 매우 짧아서 1日 以內에 大部分이 攝食하기 始作하였으나 壯蠶期에는 그보다 훨씬 遲延되었다. 이와같이 누에는 飼料適應性의 變化가 매우 鈍한 것을 알 수 있었다.

누에의 人工飼料攝食性은 蠶品種, 飼料條件, 飼育條件 等에 따라 差異가 생기는데 그 原因을 究明해 보려는 意圖를 가지고 平尾(1968), 伊藤 等(1961), 新村(1972), 渡邊(1974) 等은 關心을 기우리고 있으나 아

적 解明하지 못하고 있다. 筆者는 이 原因을 分子水準에서 檢討해 볼 必要性을 느끼고 江口(1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1971), 吉武(1965, 1966, 1968), 平田(1974), 田中(1976) 等이 遺傳子硏究와 關聯하여 蛋白質의 分解 및 合成過程, 成長에 따르는 蛋白質의 消長 그리고 酵素의 活性 等을 硏究하기 위하여 採擇했었던 電氣泳動法을 利用해서 여러가지 條件이 相異한 누에의 血液, 中腸 및 絹絲腺의 Esterase및 Acid Phosphatase의 電氣泳動像을 分析해본 結果 攝食性이 좋은 누에에서는 그렇지 않는 것에 比하여 언제나 酵素活性帶가 1~2個 더 많이 나타나고 있었는데 이 活性帶가 攝食性과 어떤 連關을 맺고 있음이 示唆되고 있지마는 이 物質이 어떤 分子構造를 가졌으며 또 어떻게 作用하여 攝食性을 發現시키는 가에 대한 硏究는 該當 活性帶의 物質을 精製하여 生理實驗을 通해서 追跡해가면 連關性이 解決될 것으로 생각된다.

Ⅳ. 摘 要

本硏究는 누에의 人工飼料를 改善함에 있어서 飼料資源을 低廉한 價格으로 손쉽게 取得할 수 있는 方法을 硏究하기 위하여 49種의 植物과 5種의 Cellulose源에 對하여 飼料資源으로서의 適否를 檢定하고 한편으로는 82種의 保存蠶品種에 對한 系統別 攝食狀況을 調査하고 또한 飼育條件에 따른 攝食性의 差異와 蠶體內의 酵素活性과의 關係에 關하여 試驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 供試한 49種의 植物中에서 對照區(基本人工飼料)보다 毛振率, 2齡起蠶率 및 起蠶體重이 더 높은 것은 동부, 오리나무, 결명차, 고구마, 토끼풀, 벚나무, 콩等이었다.

2. 毛振率과 2齡起蠶率이 優秀한 동부, 고구마, 방동산이, 오리나무 결명차, 망초區를 選拔하여 全齡飼育을 行한 結果 對照區에 比하여 最盛蠶體重과 繭重이 무겁고 化蛹比率도 더 높았으므로 이들 植物은 人工飼料資源으로 利用할만한 充分한 價値가 認定되었다.

3. 人工飼料組成에 添加할 Celluloso源은 뽕나무 Cellulose가 蠶體重과 繭層比率이 높고 減蠶比率은 낮으며 過過日數가 짧아서 가장 좋은 結果를 보여주었다. Cellulose調製方法은 NaOH處理法이 가장 簡便하고 加工費도 節約되었다.

4. 우리나라 保存蠶品種 82種의 人工飼料에 대한 攝食性은 蠶品種에 따라 差異가 있고 系統間에도 差異가 認定되었는데 大體로 日本種系가 良好한 便이고 中國種系, 歐州種系의 順이다.

5. 飼料條件이 相異한 境遇 即 人工飼料育에서 桑葉育으로 또는 桑葉育에서 人工飼料育으로 轉換하는 時期는 다같이 4齡初期가 適當한 것으로 생각되며 3齡期도 無妨할 것 같다.

6. 人工飼料育에 適當한 溫度範圍는 1~3齡期는 30°C, 4~5齡期는 28°C로 밝혀졌으며 全齡 27°C도 거의 비슷한 飼育結果를 보여 주었다.

7. 蠶品飼別, 飼育溫度別 그리고 飼料源別로 Esterase 및 Phosphatase의 Agarose gel 電氣泳動像을 比較해 보면

1) 桑葉育과 人工飼料育蠶兒의 中腸 Esterase泳動像은 蠶齡期別로 서로 다르고 桑葉育蠶兒에는 人工飼料育蠶兒에 比하여 1~2個의 活性帶가 더 많이 나타나고 있다.

2) 人工飼料에 對한 攝食性이 良好한 中 15는 攝食性이 不良한 中 60姬에 比하여 中腸 Esterase活性帶가 1~2個 더 많은 傾向이 있었다.

3) 飼育溫度別로 3~4齡蠶의 中腸 Esterase泳動像을 比較하면 28°C區는 3, 4齡 모두 5個活性帶가 認定되었으며 35°C區에서는 3齡期에 4個活性帶, 4齡期에 6~7個의 活性帶가 나타났다.

4) 中腸 血液 및 絹絲腺의 Esterase泳動像은 各其 相異하다. 即 中腸에는 5個活性帶, 血液에는 1個活性帶, 絹絲腺에는 3個活性帶가 認定되며 發育階梯에 따라 活性帶數에 變化가 있었다.

5) 中腸 血液 및 絹絲腺의 Acid Phosphatase泳動像을 보면 中腸에는 3齡蠶에 1個, 4齡蠶에 2個, 5齡蠶에는 3個活性帶가 認定되었으며 血液에는 3, 4齡蠶에 各 1個, 5齡蠶에는 3個活性帶가 認定되었다. 中腸과 血液의 Acid phosphatase型은 蠶品種間이나 飼育溫度間에 약간의 差異가 있기는 하지만 뚜렷하지는 않았다. 絹絲腺에는 活性帶가 나타나지 않았다.

引 用 文 獻

江口正治 (1964) 家蠶の發育に伴なうホスファターゼ型の變化, 日蠶雜 33(4), 327-332.

Eguchi Masaharu (1965) Changes in phosphatase zymograms in the silkworm, Bombyx mori L, during development. Japan J. Genet 40(3), 351-355.

Eguchi Masaharu (1967) Electrophoretic variation of proteinase in the digestive juice of the silkworm, Bombyx mori L. Nature 214(5090), 843-844.

Eguchi Masaharu (1968) Changes in zymograms of

some dehydrogenases and hydrolases in several organs of the silkworm, Bombyx mori L. (Lepidoptera bombycidae), during metamorphosis. Appl. Ent, Zool 3(4), 189-197.

江口正治, 政山 亨, 西村允子 (1966) 家蠶の變態に伴なう組織蛋白の電氣泳像の變化, 日蠶雜 35(6), 435-443.

江口正治, 澤本正彦 (1971) 家蠶中腸のアルカリ性フオスタセの多型Ⅰ. F型とS型の性質の比較およびN型との關係. 日蠶雜 40(6), 468-472.

江口正治, 杉本達芳 (1964) 家蠶の發育に伴なうエステラーゼ型の變化, 日蠶雜 33(4), 321-332.

Eguchi, M.T. and Sugimoto (1965) Changes in esterase zymograms in the silkworm, Bombyx mori L. during development. J. Im. Physiol 11, 1145-1149.

Eguchi, M.T. and Sugimoto, N. Yoshitake and H. Kai (1965) Types and inheritence of blood esterase in the silkworm, Bombyx mori L.J. Genet 40(1), 15-19.

Eguchi, M.T. and Sugimoto (1966) Genetic studies on isozymes of the integument esterase in the silkworm, Bombyx mori L. Japan. J. Genet 41(4), 267-273.

江口正治, 吉武成美 (1967) カイコの種種の組織における non-specific esteraseの 相互關係. 日蠶雜 36(3), 193-198.

江口正治, 吉武成美 (1971) 家蠶中腸のアルカリ性フオスフアターゼの多型 I. 種種の方法による分離. 日蠶雜 40(6), 463-467.

Fraenkei, G. (1959) The raison detre of secondary plant substances. Science 129, 1466-1470.

福田紀文 (1965) 蠶の人工飼料の研究と實用化について (1). 科學飼料 10, 317-321.

Hamamura, Y.K. Ko Naito, Ko Hayashiya, Matsuura and Nishida J. (1962) Food selection by silkworm larva. Nature 1974, 754-755.

浜村保次 (1975) カイコの人工飼料育への道. みすず書房, 東京.

平田保夫 (1974) 家蠶の消化液アミラーゼ ae(—)型品種における酵素活性の高. 低と實用形質との關係. 日蠶雜 43(5), 384-390.

Horie, Y. and T. Ito (1963) Vitamin requirements of the silkworm. Nature 197, 98-99.

Horie, Y. and T. Ito. (1965) Nutrition of the silkworm, Bombyx mori, X vitamin B requirements and the effects of serveral analogues. J. Insect Physiol 11, 1585-1593.

堀江保宏, 渡邊喜二郎 (1969) 人工飼料における家蠶の熱量要求について. 日蠶雜 38(5), 377-385.

堀江保宏, 渡邊喜二郎, 篠原榮子 (1971) 家蠶の體重, 絹絲腺重および 2,3の血液成分に及ぼす飼料の影響. 蠶絲研究 73, 44-50.

堀江保宏, 井口尼夫, 渡邊喜二郎, 中曾根正一, 柳川弘明 (1972) 人工飼料の水分率が家蠶の水分の利用に及ぼす影響, 日蠶雜 41, 175-180.

堀江保宏, 渡邊喜二郎, 井口民夫, 中正根正一 柳川弘明 (1973) 家蠶人工飼料の組成と飼料効率, 日蠶試集報 96, 41-56.

平尾常男 (1963) 家蠶の食性に關する研究(Ⅱ) においと食性. 日蠶雜 38(2), 147-156.

平尾常男 (1973) カイコの人工飼料に對する味覺と攝食 Ⅰ. 攝食抑制要因. 日蠶雜 47(3), 186-192.

平坂忠雄 (1967) カイコ人工飼料の素材としてのセルロースに關する研究, 日蠶雜 45(5), 426-430.

伊藤智夫 (1959) 蠶兒の食性について. 日蠶雜 28(1), 52-57.

Ito, T. (1960) Effect of sugars on feeding of larva of the silkworm, bombyx mori, insect physiol 5, 96-107.

伊藤智夫, 堀江保宏, 田中元三 (1961) 家蠶の榮養に關する研究Ⅱ, 攝食と榮養とに影響する人工飼料の條件 日蠶試報 16(5), 348-369.

伊藤智夫 (1961) 家蠶の榮養に關する研究, Ⅲ. ステリン要求ならびにステリンの攝食への影響について. 日蠶試報告 17(1), 91-113.

伊藤智夫, 田中元三 (1962) 家蠶の榮養に關する研究 Ⅳ, 人工飼料に添加する糖と蛋白含量の影響について 蠶試報告 18, 1-34.

伊藤智夫, 荒井成彦 (1963) 人工飼料による桑葉の飼料的價値の評價に關する研究 Ⅰ. 桑葉の種類による家蠶幼蟲の成長の相違について. 日蠶試報告 18, 209-229.

伊藤智夫, 堀江保宏, 渡邊喜二郎, 田中元三 (1963) 人工飼料による桑葉の 飼料的 價値の 評價に關する研究 Ⅱ. 桑葉粉末の調製における桑葉乾燥條件ならびに乾燥桑葉の貯藏條件について. 日蠶試報告 18, 251-269.

伊藤智夫, 堀江保宏, 荒井成彦, 渡邊喜二郎, 篠原榮子 (1968) 家蠶人工飼料の飼料價と添加水分量との關係. 蠶絲研究 68, 349-373.

伊藤智夫，向山文離（1970）家蠶人工飼料の蛋白含量と繭質との關係．蠶絲研究 77，76-81.

伊藤智夫，堀江保宏，渡邊喜二郎（1972）準合成飼料による家蠶の全齡飼育，特に成長に及ぼす飼料成分の量の影響について．日蠶試報告 25，205-230.

文在裕，林鍾聲(1978) 家蠶解剖生理學·蠶病學．鄕文社.

坂塚俊彦，堀江保宏（1970）蠶の腸內における好氣性菌フローラⅢ，人工飼育における腸內細菌に及ぼす防腐劑および數種抗生物質の影響．日蠶雜 39(4)，253-260.

石川誠男，平尾常男（1965）家蠶幼蟲の嗅覺に關する研究（Ⅲ）蛾蠶の走化性から判定される誘引物質，忌避物質．日蠶試報告 20(1)，21-35.

石坂尊雄，渡部仁（1976）ヒシヒンヨコベイの成蟲體蛋白質の電氣泳動像と桑萎縮病病原保毒との關係．日蠶雜 45(5)，431-436.

敏本章子，江口正治（1975）家蠶幼蟲の中腸組織と消化液のプロテアーゼ酵素の性質と分離．日蠶雜 44(3)，190-194.

Kamioka, S., Fo Mukaiyama, To Takeit and To Ito (1971) Digestion and utilization of artificial diet by the silkworm, Bombyx mori, with special references to the efficiency of the diet at varying levels of dietary soybean meal. J. Sericult. Sci. Japan 40, 473-483.

金周浥（1977）家蠶의 人工飼料의 組成改善과 攝食性에 關한 硏究．忠北大論文集 12，241-248.

小松一信（1958）家蠶體液蛋白質の研究Ⅰ，濾紙電氣泳動法による各分層の性質について．日蠶雜 27(1)，18-21.

小原隆三，渡部仁（1969）カイコ體液蛋白質のアカローズ電氣泳動，日蠶雜 38(5)，386-394.

李相豊，설광열（1978）인공사료개발에 관한 연구．농진잠시보고 7，144-147.

松岡道男·須藤元玉（1973）人工飼料の消化に關する研究Ⅰ，人工飼料の組成分の消化率測定および人工消化試驗．日蠶試彙報 96，57-65.

牧野和夫（1972）日本國特許廳，特別公報，特許出願公告，昭 47-17813，45-46.

三好健勝，菅澤福壽（1967）蠶の人工飼料に關する研究．第1報 稚蠶期人工飼料，壯蠶期桑葉給與の蠶兒飼育體系，群馬蠶試報告 39，31-35.

水田美照，島貫英二，古山三夫，中村正雄，遊佐富士雄（1975）人工飼料による稚蠶飼育標準表の作成に關する試驗 Ⅰ．飼料の調製と稚蠶飼育の省力化について．日蠶試彙報 102，23-43.

向山文雄，伊藤智夫（1962）人工飼料による蠶の消化試驗(Ⅱ)飼料に添加したセルロース粉末の影響．日蠶雜 31，398-406.

村越重雄，今井隆（1969）人工飼料組成に關する試驗．昭和 43年度 神奈川蠶試成績概要，292-304.

中曾根正一，堀江保宏（1971）家蠶幼蟲の各齡期におけるビタミン群缺與の影響について．日蠶雜 40，56-60.

中曾根正一（1976）家蠶の人工飼育における齡期給餌量と繭および卵の生產との關係．日蠶試報告 103，55-61.

永江敏規（1974）人工飼料から分離した乳酸菌の起病性Ⅰ，人工飼料育蠶と桑葉育蠶とに對する起病性の差異．日蠶雜 43(6)，471-477.

長島政喜（1969）人工飼料に對する蠶品種の適合性．日蠶試彙報 92，1-20.

中村正雄（1973）人工飼料に適する蠶品種の適合性 調查．日蠶試彙報 96，159-165.

日本學術振興會（1956）農學編，253-266.

新村正純（1972）發育に伴う嗜好性の變化を利用した蠶の人工飼育法．日蠶雜 41(5)，375-382.

朴光義，馬永一（1977）누에 우량품종육성시험．농진잠시보고 6，141-143.

清水正德，伊藤智夫（1973）蠶の人工飼料による大量飼育に關する研究，蠶絲試驗場彙報 96，1-6.

清水久仁光，松野道雄（1975）保存蠶品種の蛾蠶の人工飼料攝食性．蠶絲研究 97，9-23.

關捻鵄，田純彦（1971）人工飼料における飼育環境の檢討(Ⅱ) 4·5齡期の飼育適溫について．愛知縣農總時報 D. 2，23-28.

Shioematsu, H. and H. Moriyama (1970) Effect of ecdysterone on fibroin synthesis in the posterior division of the silk gland of the silkworm. Bombyx mori J. Insect Physiol 16, 2015-2022.

嶋萬治郎，矢澤盈男，關 留吉（1968）家蠶用合成飼料の調製．日蠶試報告 22(3)，403-408.

嶋萬治郎，矢澤盈男，山下忠明，關留吉（1973）家蠶人工飼料の組成改善，とくに人工飼料用桑葉の質的條件の檢討および家畜飼料原料の利用について．蠶絲試驗場彙報 96，21-39.

高宮邦夫（1968）人工飼料に對する蠶品種の適應性．蠶絲研究 69，27-46.

高宮邦夫（1970a）飼育溫度が人工飼料育蠶の成長に及ぼす影響．日蠶試彙報 94，37-58.

高宮邦夫（1970b）人工飼料の水分含量が家蠶の成長發

育に及ぼす影響．蠶試彙報 93，23-38.
高宮邦夫，中村正雄（1973）蠶の人工飼料育における溫度および光線條件について．Ⅰ．催青中および幼蟲期における溫度と光線が人工飼料育の成長，眠性および化性に及ぼす影響，日蠶試彙報 96，129-141.
高宮邦夫，（1974a）蠶の人工飼料育における溫度および光條件について．Ⅱ．幼蟲期における溫度および光が眠性および化性に及ぼす影響．日蠶雜 43(1)，35-40.
高宮邦夫，（1974b）蠶の人工飼料における溫度および光條件について．Ⅲ．人工飼料育における日長條件が家蠶の化性に及ぼす影響．日蠶雜 43(3)，21-216.
高宮邦夫，（1975a）蠶の人工飼料育における溫度および光條件について．Ⅴ．飼料組成を異にした場合の幼蟲期の 溫度および光線が眠性および化性に及ぼす影響．日蠶雜 44(1)，21-25.
高宮邦夫（1975b）蠶の人工飼料育における溫度および光條件について．Ⅵ．幼蟲期の日長條件が化性の異なる蠶品種の眠性および化性に及ぼす影響．日蠶雜 44(5)，415-419.
竹馬齊（1933）大豆を處理して得た人工飼料に對して．蠶業新報 41(9)，75-77.
鵜田純彦，關捻（1971）人工飼料における飼育環境の檢討(Ⅰ)飼育濕度が蠶に及ぼす影響．愛知總合農試研究報告 D. 2，15-22.
田中幸夫・草野忠治・小原隆三・河合 孝（1976）家蠶體液アミラーゼの電氣泳動について．日蠶雜 45(6)，533-536.
上北圭子，有賀洋子，石田和子，二村京子（1971）カイコの食草選擇性因子に關する研究Ⅰ．葉の糖質について．日食物學會誌 26，1-6.
上田 悟，本村良二，長樂 勇，高橋溢雄（1975）人工飼料のリパーゼ處理が蠶の飼料攝食に及ぼす影響．日蠶雜 44(5)，400-406.
Ueda, S.R. Kimura and K. Suzuki, (1969) Studies on the growth of the silkworm, Bombyx mori L. Ⅱ. The influence of the rearing condition upon larval growth, productivity of silk substance and eggs, and boiled-off loss in the cocoon shell. Bull, sericul, Exp. Sta 23(3), 290-293.
渡邊喜二郎（1974）蠶の人工飼料攝食性に關する選拔の試み．蠶絲研究 91，53-57.
渡部 仁，小原隆三，保坂政子（1968）核多角體病ウイルスに感染した家蠶體液蛋白の電氣泳動．日蠶雜 37(4)，319-322.
山本 巖，眞野保久，西體隆雄（1977）人工飼料適合性蠶品種の選拔．蠶絲研究 101，70-84.
吉田德太郎，松岡道夫，本村孝一（1960）乾燥桑葉粉末を基本とする人工飼料による 家蠶の飼育．蠶試報告 15，543-586.
吉武成美，江口正治（1965）カイコの幼蟲血液におけるエステラーゼ型の品種間差異について．日蠶雜 34(34)，95-97.
吉武成美，橋口 勉（1965）カイコの神經節における non-specific esterase活性について．日蠶雜 34(6)，395-399.
吉武成美，江口正治，土屋洋子（1965）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(5)，331-335.
Yoshitake, N. and M. Akiyama, (1966) Genetic aspects on quantitative difference of the phosphatase activities in the silkworm, Bombyx mori L, SABCO, J. 2(3, 4), 133-138.
吉武成美（1968）日本產クワコのエステラーゼおよびホスハターゼ型の地域的差異．日蠶雜 37(3)，195-200.