

# 氣門染色に依る蓖麻蚕繭の着色機構に就て\*

富 塚 喜 吉

(千葉縣立蚕業試験場試験部)

Kiyoshi TOMIZUKA : On the mechanism of staining of the cocoon by means of smearing on the part of stigma of the Eri-silkworm larva, *Philosamia cynthia ricini* BOISD. \*\*

## (1) 緒 言

従来、上簇間近かな家蚕幼虫の氣門部に無毒水溶性色素を塗抹すると、夫等、蚕兒の営んだ繭は塗抹した色素と同じ色調に染まると言われ、且つ其の事に就いては、今迄に、多くの実験者に依つて確められて來たのであるが、其の色素移行の経緯に至つては、何等の疑もさしはさまれず、單に興味ある現象として吾人の記憶に、とゞまつているに過ぎない。著者も今から十数年前、宮中の紅葉山御養蚕所を拜観した際、氣門染色に依る着色繭から繰絲されたと言う鮮麗な青色の一經の生糸に興味を覚えた事を記憶しているが、1950年の7月中旬、8月下旬、10月下旬の三期に亙り、蓖麻蚕を材料として、氣門部に塗抹された色素が如何なる経路を辿つて其れ等の繭層を染めるに至るかを確める爲に下記の様な実験を行い、稍々結論的なものゝ併かも従來の考えとは異なる結果を得たので、著者の独断に依る誤謬あらば、指摘、御批判を戴き度く其の概略を記した。尙、此の実験を行うにあたり、御指導を戴いた、本学部教授、阿部襄理博、並に貴重な助言を戴いた石川金太郎氏、西村浩氏に対し深謝の意を表す。

## (2) 色素移行の追跡

本実験の結論が如何にして得られたかに就いて、其の実験の経路と推移とを順を追うて記載する。

1) 従来、言われて居る所の、氣門部塗抹に依る繭の染着の確否を追試して見た。即ち上簇直前の老熟蚕(家蚕とエリ蚕)を材料として氣門部に1% eosin 水溶液を塗抹して、其のまゝ上簇せしめた所、エリ蚕の繭は鮮麗に染着したが、家蚕は豫想に反して、余り濃染されず、併かも、濃淡区々の斑になつた。エリ蚕の繭は供試個体全部、極めて鮮麗に濃染した。それで爾後の実験は主としてエリ蚕を対象とした。営繭化蛹後、繭層を横断して見ると、外層、及び中層のみ染まり、内層は殆んど染められて居なかつた。又、同じ方法で色素を氣門部に塗抹した後、蚕兒をして平面上に吐絲せしめ一定時間毎に其の吐糸した繭層を剝離して其の染着の様相を観ると、普通の繭の中層、外層に相当する部分のみ染まり、内層にあたる部分は殆んど染まつて居なかつた。

2) 従来、一般に考えられている様に氣門に色素を塗抹する事に依つて其の営んだ繭が染着する

\* Contributions from the Laboratory of Applied Zoology, Faculty of Agriculture Yamagata University. No. 12 (1952)

\*\* 日本蚕絲学会東北支部講演会(昭和26年11月)にて発表

ものとすれば、次の2つの経路を辿つて色素が絹絲腺に到達するものと考えられる。

A) Stigma→Trachea→Tracheal capillary→Silk gland.

B) Stigma→Trachea→Blood→Silk gland.

即ち A) は氣門部に塗抹された色素が氣管内を移行し次第に細く分岐せる氣管末梢を経て遂に絹絲腺の組織内に分布せる毛細氣管に到達して腺内に移行すると考えられるもの。B) は氣門を通した色素が一旦、氣管の何れかの部分から直に血液内に移行した後、更に絹絲腺に移行すると考えられるものゝ2つの場合である。

そこで A) のコースを確める爲に、次の様な実験を試みた。即ち氣門部に色素塗抹後、一定の時間を置いて氣管を剔出し、種々の方法で管内の色素の検出を試みたが、検出する事が出来なかつた。更に、生理的食塩水の中で蚕を解剖して絹絲腺を剔出し Binocular で total のまゝ透過光線に依る生体観察は、原田、青木 (1950) 両氏の記載の如く、絹絲腺内は能く透視する事が出来るが、斯様な方法の下でも腺内に色素を認める事は出来なかつた。B) に就いては氣門部塗抹後、一定の時間を置いて、尾角 (caudal horn) を切開し、ガラス毛細管を挿入して採血し、可及的、速かに氣門無塗抹個体と比較観察したが血液内への色素の移行は認める事が出来なかつた。観察は肉眼及び弱倍率の顯微鏡を用いた。色素は neutral red, eosin, lithium carmine, methylen blue 等である。更に絹絲腺に就いては anterior division, middle division, posterior division の各部に就いて、切片標本、並に新鮮材料を total のまゝ檢鏡したが染められている如何なる部分も見出す事が出来なかつた。

3) 次に、(1)に於いて記載した様に鮮麗に繭が染まる爲には絹絲腺内に相当、多量の色素が検出されなければ、ならない筈であるのに、実験の結果は切片標本に於いても生体観察に於いても全部 negative であつた。これは、実験の不備に基くものかも知れないので、兎に角、氣管内を色素が移行して絹絲腺内に到達すると言う考えを捨てないで置くと、いやしくも氣管の分布されて居る組織器官は、やはり同様に其の何れかの部分が vital staining されていると考えるのも、あながち不合理ではあるまいと思われる。此の確めの爲に、氣門部塗抹後、一定の時間を置いて、次の諸器官を剔出し常法に依り切片標本を作り檢鏡したが、其れ等の何れの部分も染められて居なかつた。其の供試した主なる組織器官は Ganglion, Midgut, Dorsal vessel, Malpighian tube, Fatty tissue, Testis, Ovary, である。尙、上記の各組織器官に就いては Binocular で透過光線に依る生体観察も行ったが、材料の透視不充分の点もあつたが、色素の移行は認める事が出来なかつた。

4) 茲に結果に於いて繭は鮮麗に染まるにも拘らず、如何なる経路を辿つて色素が移行するのかは、以上の実験では全く不明である。そこで必ずしも氣門から入つた色素が氣管内を移行するのではなく皮膚から直接に血液内に入つて其の後、更に絹絲腺に攝取れさるのかと考えたので塗抹の際、氣門部に附着せぬ様に注意しながら背面にのみ色素を塗抹して管繭せしめた所、氣門染色の場合と同様に繭は鮮麗に染着した。それで色素は皮膚からも入るものと一応前提して皮膚塗抹後、一定時

間後に、前に記した方法に依つてガラス管に採血して血液内の色素の有無を検したが其の存在を認める事は出来なかつた。若し色素が、血液内に移行して居るものとすれば繭を染める程の色素の量は差程の困難を伴わずに肉眼でも認め得る筈である。此の事は微量の色素を添加した血液を無色の細いガラス管に入れて透視する事に依り、其の添加した色素は容易に肉眼的にも確認出来る事からも、類推出来る。尙、前に記したと同じ方法で皮膚塗抹後、一定の時間を置いて、生理的食塩水の中で生体解剖して剔出した絹絲腺にも色素を認めることが出来なかつた。然しこれも実験操作上の不備の爲に色素の検出に成功しないのかと思ひ、果して蚕兒の皮膚は色素の透過を許すものかを下記の様な方法で確めて見た。

皮下注射用の 1cc の ampulla の底部に円形の孔をうがち、蚕の背面の皮膚を切取つて、paraffin balsam で速かに貼り付け ampulla の中には此の実験に使用した種々の色素溶液の色々な濃度のものを入れて生理的食塩水を満したピーカーの中に懸垂して ampulla の外に色素溶液が滲透するか、どうかを観察したが、此の様な手法の範囲内では色素の滲透を認める事は出来なかつた。

5) 田中博士 (1928) の記載に従えば verson 氏は、マルピギー氏管の生産物は腸の生産物と共同して絹絲膠着の用をなし繭を硬化せしむるものであると称し、更に三島氏 (1948) は「エリ蚕は管繭中に尾部から数回に亙り白色の溶液を多量に排泄し繭の全面を霑らすのであるが此の排泄物はマルピギー氏管の生産物と腸内の排泄液と混合した液で多量の石灰質を含み主に絹絲膠着の用をなし繭を硬化させるものであると察せられる」と其の著「エリ蚕」で述べている。さて皮膚から直接にか或は氣門から侵入した色素が気管の何れかの部分からか血液内に移行するものとすれば「血液内の異物はマルピギー氏管に攝取される (伊東博士 : 1937) から色素は管腔に存する尿と共に膀胱に集められ次いで膀胱筋肉の収縮に依り小腸内に排出され、更に体外に排泄され此の時、其の排泄液によつて繭が着色すると考える事が出来る。此の考えの確めの爲に皮膚塗抹後、或は氣門部塗抹後、一定の時間後に、マルピギー氏管を剔出して Binocular で透過光線に依る生体観察をしたが色素の存在を認める事が出来なかつた。比較対照の爲に neutral red を 1 個体に 0.05cc づゝ注射して一定時間後にマルピギー氏管を剔出して透過光線で見ると管腔内に移行した色素は容易に生体観察することが出来る。それ故、色素は一旦、マルピギー氏管に攝取され其の後、蚕兒の尾部より排泄される事により、繭を染着せしめるものではない。と言う事は以上により類推される。

6) 前記 (4) に依れば殊に蓖麻蚕に於いては管繭の際、多量の排泄液を排泄しながら繭層を、かためつゝ吐絲して行くものであるが、此の際体表に塗抹されている色素が其の排泄液に溶け込んで、其の爲に繭が染められるのではないかと云う豫想の許に次の様な実験を行つた。即ち上簇前 3 日間、毎日、2 回づゝ氣門部に色素を塗抹して管繭直前、蚕体を洗滌して体表に附着している色素を完全に除去して管繭せしめた所、其れ等の繭は全然、染着されなかつた。此の最後の実験によつて繭の染まりの現象は、從來考えられている様に、氣門に塗抹された色素が何等かの経路を辿つて絹絲腺内に移行し、二次的に繭を染めるのではなくして、管繭の際の排泄液に依つて体表に塗抹され

ている色素が其の中に溶解し單に直接的に繭が汚染される状態であると考えたい。

### (3) 考 察

最初は、從來、言われて居る氣門から色素が入つて繭を染めると言う事を既定の事実として、実験を進めたが色素が何等かの経路を辿つて絹絲腺内に移行して二次的に繭が染まるものとすれば、中外層のみ染まつて内層の染まらない筈は無く、濃淡の差こそあれ全層が染められていなければならない様に思われる。此の点だけでも從來の繭の染まりの機構に対する仮定には無理がある様に思われる。そして中層、外層のみ濃染して内層の染まらないのは恐らく尾部より排泄する液が管繭末期には、極めて少量になるのか或は体表に附着している色素が其の時期に至るまでには殆んど洗い落されて仕舞うからであらう。次に実験室内の相対温度は毎実験時、約70~85%であつたが氣門部に塗抹された色素溶液は暫時にして乾燥して氣門の周囲に大部分、乾固したまゝで附着し其の一部が気管内を移行したとしても、繭を染める色素の量は微量では、あれ程、鮮麗には濃染されない筈であるし、尙且つ、空氣の充満して居る気管内を大量の色素が水溶液の形で進行すると言う考えは理論的にも可成の無理がある様に思われる。

(2)~(3)に於いて述べた気管の分布されて居る組織器官の切片標本の中に色素が検出されない。唯、其の事だけで、色素が其れ等の組織器官内に到達しなかつたと断定するのは多少危険かも知れない。何故なれば若し一旦、細胞内に色素が取入れられた (phagocytosis) としても、其の後、細胞自体の代謝に依つて細胞外に排出されるか、或は細胞内に於いて色素が分解されて発色團が破壊される爲に、現われなかつたのかも知れないし、又、切片製作の過程中に切片内の色素が逸脱される事も考えに入れなければならないから、兎に角、氣門或は、皮膚から色素が入る事があるとしても、それは極めて微量であらうから繭を染めるまでには至らないであらう。茲に於いて以上記載した実験の範囲内では、繭の染まりの現象は單に直接的に体表と附着している色素の爲に繭が汚染される結果であると断定したい。

### (4) 摘 要

從來、蚕兒の氣門に色素を塗抹すると其の管んだ繭は染着すると言われて來たが果して如何なる経路を辿つて氣門に塗抹された色素が最終生産物である繭を染めるかに就いて、著者は、蓖麻蚕の老熟幼虫を材料として実験的に確め次の様な結果を得た。

1) 從來より言われて居る氣門部の色素塗抹に依る繭の着色の確否を追試して見た。即ち上簇直前の蚕兒の氣門部に色素を塗抹して其のまゝ上簇せしめると其の管んだ繭は染着した。然し外層中層のみ染まり内層は染まらなかつた。

2) 從來一般に考えられて居る様に氣門に色素を塗抹する事に依つて繭が染まるものとすれば、色素は次の2つの経路を辿つて絹絲腺に到達するものと考えられる。

1. stigma → trachea → tracheal capillary → silk gland.
2. stigma → trachea → blood → silk gland.

然し気管の如何なる部分にも，又絹絲腺内にも，又血液内にも色素の存在は認める事が出来なかつた。

3) 気門部に，色素を塗抹した個体に於いて気管の分布を受けて居る組織器官に就いて切片標本及び生体に依る観察の結果は其れ等に染められて居る如何なる部分をも見出す事は出来なかつた。

4) 気門には附着せしめない様に蚕兒の背面の皮膚にのみ色素が塗抹して，其のまま管繭せしめると，繭は気門部塗抹個体と同様に濃染されたので皮膚を透しても色素が入るかどうかを確める爲，背面の皮膚に塗抹した後，或る一定時間後に血液及び絹絲腺内の色素の検出を試みたが其の存在を認める事は出来なかつた。

5) 気門或は皮膚より色素が入る事を前提とすれば，血液内に移行した色素は，マルピギー氏管に攝取され管繭時の排泄の際，其れ等に溶け込んだ色素により繭が染められると言う考えの許にマルピギー氏管の生体観察を行つたが，管内に色素の存在を認める事は出来なかつた。

6) 気門部に塗抹した色素を管繭直前，完全に除去してから吐絲せしめる時は，其れ等の繭は全然，染色されなかつた。

以上の様な経路を辿つて実験を進めたが此の最後に記載した(第6項)実験結果に依つて繭の染まりの現象は從來考えられている様に気門に塗抹された色素が何等かの経路を辿つて絹絲腺内に移行し二次的に繭を染めるのではなくして，管繭の際の蚕体尾部よりの排泄液により，体表に附着している色素が其の液の中に溶解し單に直接的に繭が汚染される結果であると結論つけた。

### 引用文献

- 原田忠次・青木秀夫(1950): 日本蚕絲学雑誌 19(5): pp. 422~428.  
 伊東廣雄(1937): 蚕体解剖及生理学(弘道館) pp. 211.  
 三島克己(1948): エリ蚕(文文社) pp. 30; pp. 37.  
 田中義磨(1928): 蚕体解剖学講義・上卷(明文堂) pp. 255.

### Summary

We have been believed without doubt about the staining of the cocoon by means of smearing on the part of stigma of matured silkworm larva. The writer tested experimentary to make sure how to stain the cocoons, in summer 1950, and used mainly the matured larva of the Eri-silkworm, as experimental sample, and obtained the following results.

1) Matured Eri-silkworm larvae which were smeared on the part of the stigma had made the stained cocoons, and outside and middle layer of the cocoon were stained, but inside layer of the cocoon were not stained.

2) As we have thought, if the cocoons are stained by means of smearing on the part of stigma of matured silkworm larva, I thought that the pigment trace the following two course, and would reach into the silk gland of the silkworm larva.

1. Stigma→Trachea→Tracheal capillary→Silk gland.
2. Stigma→Trachea→Blood→Silk gland.

But I couldn't confirm the existence of the pigment in any part of trachea, silk gland and blood.

3) As to the individual which the part of the stigma was smeared by the colors, I couldn't find the any stained part, as results of observation by means of the sections of the paraffine method and the fresh total samples, in the tissues and organs of these larvae that tracheae were distributed.

4) Making silkworm larvae cocoon, after smearing the pigment solution on their back skin, with the exception of the pigment on the part of stigma, the cocoons were stained very thickly as well as the larvae that were smeared with pigment solution. And then, the writer made sure that the pigment entered through the larval skin or not, but couldn't find any part that were stained in the blood and silk gland.

5) If the pigment enter through the larval skin or the stigma, I thought that the pigment in the blood were taken in the Malpighian vessels, and the cocoons had to stain by the excretion that were excreted in the case of cocooning. But I couldn't find the pigment in the Malpighian vessels.

6) Just before they make the cocoons, with the exception of the pigment smeared on the part of stigma, and then making them cocoon, these cocoons obtained were not stained completely.

According to the above experimental results, the writer have concluded as follows on the mechanism of staining of the cocoon. It was in error that pigment which were smeared on the stigma reached into the silk gland, and then the cocoons were secondly stained by them.

The cocoons were stained only directly by the pigment solved in their excretion that were excreted in the case of cocooning.

#### 新著紹介

加藤陸奥雄著「作物害虫学概論」養賢堂発行

害虫に関する著書は多いが、加藤陸奥雄氏のこの著書は、実に特色のある名著であると思う。この本は所謂害虫各論ではなく、害虫の発生、消長、活動を生態学的立場で廣い角度から研究したものである。

例えば「開墾地への害虫の侵入」とか「水田害虫相の日週変化」とか又、「害虫の地域的発生型」、「ニカメイチュウの発生消長」、「圃場における害虫の分布様相」、「圃場における天敵の勢力」、「苗代環境と産卵との関係」、「イネの品種と害虫の勢力」、「薬剤散布と害虫群集のうごき」等々重要な点について極めて学問的に最新の研究を述べ自分の考を主張している。

この本は害虫に対する考え方、又処理法について革新的な指導暗示を与えるものとして注目すべきものではないだろうか。加藤氏は周知の如く、長年にわたつて害虫の生態を身をもつて研究しているので他人の借りものを、配列した本とは全く違うものである。この様な独創的な考の下に書かれた良心的な本は、そう毎年出るものではない。この方面では湯浅啓温氏も序で言われる通り「世界ではじめての本」である。

害虫の研究に又廣く生態学に興味を持つ人に是非一読をおすすめする。又研究例として東北地方の例が多いので我々には、益々有益なものと思われるのである。(阿部 襄)