

# ラウジネス素因細繊維に関する電子顕微鏡的研究

誌名	蠶絲研究
ISSN	00364495
著者名	皆川,基
発行元	農林省蠶絲試験場
巻/号	33号
掲載ページ	p. 92-98
発行年月	1960年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## ラウジネス素因細繊維に関する電子顕微鏡的研究

皆 川 基

絹織物上にあらわれるラウジネス欠点の成因としてセリシン層内に存在する繭層分離細繊維と繭から織物に至る各種の工程中に発生する人為的な分裂細繊維あるいは正常の生糸糸条から分かれた繊維などがあげられている。

筆者は電子顕微鏡によるラウジネスの微細構造の研究において、ラウジネス欠点を構成している細繊維の中には顕微鏡可視以下の電子顕微鏡領域の微細繊維（径約  $500 \text{ \AA}$  から径  $0.4 \mu$ ）が非常に多く含まれていることを認めた。

そこで本報ではまず繭層分離細繊維の検査ならびに繰糸精練工程中に発生する微細繊維について電子顕微鏡的観察を行なった結果を報告する。

### 材料および実験方法

材料としては国一、小石丸、支17、欧18、Lg支109、国一改、日一淡赤、日122×支122、日122細×支122、日122×支115、秋花×銀嶺、特欧4×特支4、瑞光×銀白、中共（白）、イタリー（黄）、スペイン（黄）、ペンゴール（黄）などの17種の家蚕繭を使用した。

### 試料の作製法

A) ラウジネスの試料： エチルメタクリレート（分子量が20～30万のもの）のフィルムを約  $100^{\circ}\text{C}$  で柔化し、エチルアルコール・ホルマリン混液あるいはオスミウム酸で処理した織物の表面をその柔化した樹脂面にあて  $2\sim 3 \text{ kg/cm}^2$  の圧力で圧着すると織物の表面の構造を樹脂に転写し得ると同時にラウジネスは樹脂の接触面のそのものの位置に実物が移行するので、これにカーボンあるいはアルミニウムを蒸着し、さらにクロムシャドウを施した後アセトンで樹脂を溶解して試料とした。

Ba) 繭層分離細繊維の試料 a: 繭層より1辺が約  $2 \text{ mm}$  の三角形の切片を採り、70%のエチルアルコールに浸漬し、これをスライドガラス上の2～4%の水酸化ナトリウム溶液 ( $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ ) に入れて1～3時間、 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$  で放置した後希酢酸液で中和し乾燥する。つぎにこの乾燥した試料部に蒸留水を点滴すると繊維はスライドガラスの表面に付着し、点滴液中に流動しないので、液は濾紙片をもつて除き、この操作を数回繰返して試料を洗浄する。つぎにこの試料部に  $70\sim 80^{\circ}\text{C}$  の熱水を点滴し、液中に試料を分散

させてフォームバル膜をはつたメッシュ上にのせ乾燥し、クロムシヤドウを施して試料とした。

**Bb) 菌層分離細繊維の試料 b:** 菌層試片に 0.01% の界面活性剤 (一般浸潤, 洗浄剤) の溶液 (80~90°C) を点滴し, セリシンを軟化膨潤させ, 0.1~0.3% の細菌プロテアーゼ (細菌プロテアーゼ 1g の活性度は  $[PU]_{\gamma \text{ tyrosine}}^{\text{Casein 275}} = 26,000$  単位) 液を用いて 45~50°C で 1~3 時間処理してセリシンを分解し, 直接この液をスポイトでメッシュ上にのせ乾燥し, 上記と同様の方法により洗浄し, クロムシヤドウを施して試料とした。

**C) 菌糸の横切断面, 菌の表面および練糸の表面の試料:** エチルアルコール・ホルマリン混液またはオスミウム酸で処理した糸糸をエチルメタクリレート-カーボン(またはアルミニウム)の2段レプリカによりクロムシヤドウを施して試料とした。

### 観察結果およびその考察

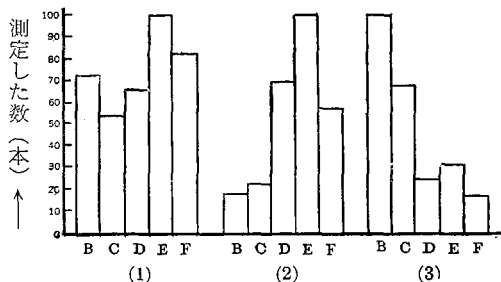
実際絹織物上から樹脂のフィルムを用いて採取したラウジネスの試料をまず光学顕微鏡下で多くの視野につき観察すると, 細繊維が互にもつれ合つて出来た塊状のものと細繊維がかなりの範囲に分散している毛羽状のものとブランおよび異物を含むものが認められるが, 図版 1-1. のごとく光学顕微鏡では焦点深度が浅いためにラウジネス全体に焦点を合わせ難いのとラウジネスを構成する細繊維のうちの細いものは光学顕微鏡の分解能に近いディメンションにあるためにラウジネスの微細構造を明確に観察することが出来ない。そこでこれら試料を電子顕微鏡により 500~1000 倍の低倍率で観察すると図版 1-2., 3., 図版 2-1.~6. のごとくラウジネスの微細構造がきわめて明確に観察され, ラウジネスは径約 500 Å, 径 0.2~0.4 μ, 径 0.6~0.8 μ, 径 1.0~1.2 μ および径 2~5 μ の細繊維 (丸い型と扁平なりボン状を呈する長細繊維) によつて塊状あるいは毛羽状に形成されさらにブランおよび異物を含むものも認められた。

本図版および多くの写真から測定した結果ラウジネスを構成している細繊維には径約 500 Å から径 1.2 μ の微細繊維が最も多く, 径 2~5 μ の細繊維は少ないことが認められた。

つぎに各種の家蚕菌層繊維の試片を水酸化ナトリウム溶液および細菌プロテアーゼ溶液で処理してセリシンを溶解ならびに分解した菌層分離細繊維の試料をまず光学顕微鏡下で多くの視野につき観察すると, 図版 3-1. のごとく径 2~5 μ (荻原氏は径 2.60~4.55, 田中氏は径約 3 μ) の細繊維が認められるが, この同一試料を電子顕微鏡下で観察すると, 図版 3-2.~5., 図版 4-1.~6. のごとく図版 3-1. で認められた径 2~5 μ の細繊維 (B) のほかにさらに細い多数の微細繊維が観察され, 多くの写真について測定した結果, これらの微細繊維は径 1.0~1.2 μ (C), 径 0.6~0.8 μ (D), 径 0.2~0.4 μ (E) および径約 500 Å (F) で丸い型と扁平なりボン状の型の2種の形態を有し, 比較的長く連続性を有していることが認められた。

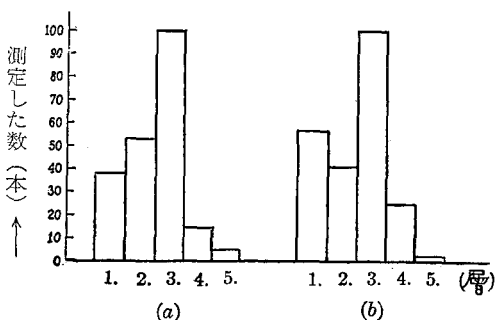
一方、この菌層分離細繊維を菌糸の横切断面のレプリカ試料により電子顕微鏡下で観察すると、前記の径約  $500\text{\AA}$  から径  $1.2\mu$  の菌層分離細繊維は従来一般に認められている径  $2\sim 5\mu$  の細繊維と同様にセリン層中に存在することが認められ (図版 5-1.), 径  $2\sim 5\mu$  の菌層分離細繊維が試薬により新たに分裂して生じた人為的な細繊維でなく天然に存在することが明らかになった。

つぎに 17 品種の菌につきこれら菌層内に存在する径  $2\sim 5\mu$  の細繊維と径約  $500\text{\AA}$  ~  $1.2\mu$  の微細繊維の量的な関係を多くの写真から測定すると従来の菌層検査の対象となっている径  $2\sim 5\mu$  の細繊維の多い欧 18, 秋花×銀嶺, 日 122 細×支 122, 日 122×支 115 および日 122×支 122 (第 1 図の (1)) などの菌には径約  $500\text{\AA}$  から径  $1.2\mu$  の微細



B: 径  $2\sim 5\mu$ , C: 径  $1.0\sim 1.2\mu$ ,  
 D: 径  $0.6\sim 0.8\mu$ , E: 径  $0.2\sim 0.4\mu$ ,  
 F: 径約  $500\text{\AA}$  (1) 日 122 × 支 122  
 (2) 支 17 (3) スペイン (黄)

第 1 図 品種別の各種菌層分離細繊維の量的関係



(a) 径  $2\sim 5\mu$  (b) 径約  $500\text{\AA}$  から径  $1.2\mu$   
 (層は外層から数えて 1 より 5 に至る)

第 2 図 菌層部位別の各種菌層分離細繊維の量的関係

繊維も多く存在する傾向が認められ、径  $2\sim 5\mu$  の細繊維の少ない小石丸, 国一, 国一改, 日一淡赤および中共 (白) などの菌には前記微細繊維も少ない傾向が認められるが、しかし例外も多く径  $2\sim 5\mu$  の細繊維の比較的少ない特欧 4 × 特支 4, Lg 支 109, 瑞光 × 銀白, 支 17 (第 1 図の (2)) などの菌には径約  $500\text{\AA}$  から径  $1.2\mu$  の微細繊維が多く、またこれとは逆に径  $2\sim 5\mu$  の細繊維の多いイタリー (黄), ペンゴール (黄), スペイン (黄) (第 1 図の (3)) などの菌でも径約  $500\text{\AA}$  から径  $1.2\mu$  の微細繊維が少なく、径  $2\sim 5\mu$  の細繊維と径約  $500\text{\AA}$  から径  $1.2\mu$  の微細繊維とは数量的に必ずしも比例していないことが認められた。

また菌層部位別にこの菌層分離細繊維を観察しその量的な関係についてみると第 2 図のごとく径  $2\sim 5\mu$  の細繊維とほぼ同様に径約  $500\text{\AA}$  から径  $1.2\mu$  の微細繊維も中層部位 (第 2~4 層) に多く、外層部位 (第 1 層),

内層部位（第5層）の順に少なくなる傾向が認められた。

なお試料の作製にあたり筆者は比較的低い濃度（2~4%）の水酸化ナトリウム溶液により低温（0~5°C）で処理する方法と細菌プロテアーゼ溶液でセリシンを分解する方法とを用いたのは顕微鏡可視以下の電子顕微鏡領域の微細繊維を明確に観察するためであり、5~7%の水酸化ナトリウム溶液により室温で10~20分間処理する方法では前記微細繊維の一部が切断および溶解されて見失う傾向が認められた。

つぎに繭層分離細繊維と繰糸の関係について検討を行なった。まず繰糸中の繭の表面構造をレプリカ試料により電子顕微鏡下で観察すると図版 5-2., 3. のごとく糸と糸とが接していた部分に径 500 Å から径 0.8 μ の微細繊維が毛羽立つて発生している状態がしばしば認められた。このような現象は繭層分離細繊維の多い繭を若煮繭して繰糸（多条繰糸、繰糸速度 80m/分、繰糸温度 38°C）した区に最も多く、適煮繭区および老煮繭区では比較的少ない傾向が認められた。

一方繭層分離細繊維の少ない繭を若煮繭、適煮繭および老煮繭した各区についてみると糸と糸との接点部ではいずれも図版 5-4., 5. のごとく、前記のような毛羽状の微細繊維の発生は全く認められない。

したがって図版 5-2., 3. のような現象はセリシンの軟化が不十分なときに繰糸が行なわれたために糸と糸とが無理にひき裂がされ、セリシン層内に存在する比較的細い繭層分離細繊維が切断されて毛羽状にあらわれたものと解される。このように繭層分離細繊維が切断されると精練操作などによりもつれやすくなるので織物のラウジネスに影響を与えるものと思われる。

また生糸からセリシンを除いたフィブロイン繊維の表面構造についてみると図版 5-6. のような構造すなわち繊維の長さの方向とは異なる任意の方向に幅約 1 μ の帯状をなした荒い目の構造がしばしば認められた。このような帯状構造は繭層繊維からセリシンを除いたフィブロイン繊維の表面には認められない。したがってこの帯状構造も前記煮繭程度に関連して人工的に発生したものと解される。

つぎに精練工程中に発生する人工的な分裂細繊維につき電子顕微鏡的観察を行なった。まず細菌プロテアーゼ、マルセル石鹼、炭酸ソーダおよびケイ酸ソーダなどで精練した糸の表面構造をレプリカ試料により電子顕微鏡下で観察すると図版 6-1. (A), (B) のごとく径 400~600 Å のフィブリルが撚りをかけたようにラセン状に互にねじれ合いしたがって表面は細波状の凸凹を有して繊維の長さの方向に配列した構造およびフィブリルはラセン状には振れずに真直に繊維の長さの方向に走行した条線すなわち溝を有する縦溝構造とが認められる。

しかしマルセル石鹼、炭酸ソーダおよびケイ酸ソーダなどのアルカリ剤で精練した試料には図版 6-2., 3. のように繊維の表面が損傷し、径約 500 Å から径 1.2 μ のフィブリル（丸い型と扁平なりボン状を呈する分裂細繊維）がささくれ立つて発生している状態がしばしば認められた。

このような現象は処理が強すぎたり、高温処理時における激しい液の動揺あるいは小石丸、国一、国一改、Lg 支 109 などの一部の品種の繭を除く普通中層部位繭糸に起りやすいことが認められた。

以上のように繭層分離細繊維および繰糸、精練工程中に認められた多数の径約  $500\text{Å}$  から径  $1.2\mu$  の微細繊維は前記実際絹織物上から採取したラウジネスを構成している細繊維と大きさ、形態などが全く一致するので、織物のラウジネス欠点に影響を与える素因になるものと解される。

## 摘 要

1) 織物上から採取したラウジネスは径約  $500\text{Å}$  から径  $1.2\mu$  の微細繊維（丸い型と平扁なりボン状を呈する長細繊維）および径  $2\sim 5\mu$  の細繊維によつて塊状あるいは毛羽状に形成され、さらにブランおよび異物を含むものも認められた。

2) セリシン層内には従来からの繭層検査の対象になつている径  $2\sim 5\mu$  の細繊維のほかにも多数の径  $1.0\sim 1.2\mu$ 、径  $0.6\sim 0.8\mu$ 、径  $0.2\sim 0.4\mu$  および径約  $500\text{Å}$  の微細繊維（丸い型と平扁なりボン状の型のもの）が存在していることを認めた。この径約  $500\text{Å}$  から径  $1.2\mu$  の繭層分離細繊維は織物のラウジネス欠点を構成している細繊維と大きさ、形態など全く一致することが認められた。

3) 17 品種の繭につき径  $2\sim 5\mu$  と径約  $500\text{Å}$  から径  $1.2\mu$  の繭層分離細繊維の数量的な関係についてみるとこれら両者の細繊維はある程度比例して増減する傾向が認められるが、しかし、7 品種の繭（支 17、特欧  $4\times$  特支 4、瑞光  $\times$  銀白、Lg 支 109、イタリー（黄）、スペイン（黄）、ベンゴール（黄）など）においてはこれら両者の細繊維は量的に必ずしも比例していないことも明らかになつた。したがつて繭層分離細繊維の検査法が光学顕微鏡下のみで行なわれることは適当でない。

4) 繭層部位別の径  $2\sim 5\mu$  を径約  $500\text{Å}$  から径  $1.2\mu$  の繭層分離細繊維の量的な関係についてみると径約  $500\text{Å}$  から径  $1.2\mu$  の微細繊維は径  $2\sim 5\mu$  の細繊維と同様に中層部位に多く外・内層部位の順に少なくなる傾向が認められた。

5) 繭層分離細繊維の多い繭を若煮繭して繰糸すると糸と糸との接点部に径約  $500\text{Å}$  から径  $0.8\mu$  の微細繊維が毛羽状に多数発生する現象が認められた。この現象は比較的細い繭層分離細繊維が繰糸の時にセリシンとともにひき剝がされ、切断されてあらわれたものと解される。

6) マルセル石鹼、炭酸ソーダ、およびケイ酸ソーダなどのアルカリ剤で精練した繊維表面にはしばしば径約  $500\text{Å}$  から径  $1.2\mu$  のフィブリルがささくれ立つて発生している状態が認められた。この径約  $500\text{Å}$  から径  $1.2\mu$  の分裂したフィブリルもラウジネス欠点を構成している細繊維と大きさ、形態などが全く一致するので、ラウジネス欠点の成因をなすものと解される。

## 図版説明

- 図版 1-1. 絹織物上のラウジネス × 600 (光学顕微鏡)
- 図版 1-2., 3. ラウジネスの微細構造 ×1000
- 図版 2-1.~6. ラウジネスの微細構造 × 800
- 図版 3-1. 繭層分離細繊維 × 120 (光学顕微鏡)  
 A: 単繊維(ブラン)  
 B: 径  $2\sim 5\mu$  の細繊維
- 図版 3-2.~5. 繭層分離細繊維 ×3000  
 A: ブラン  
 B: 径  $2\sim 5\mu$  の細繊維  
 C: 径  $1.0\sim 1.2\mu$  "  
 D: 径  $0.6\sim 0.8\mu$  "  
 E: 径  $0.2\sim 0.4\mu$  "  
 F: 径約  $500\text{\AA}$
- 図版 4-1.~6. 繭層分離細繊維 ×3000
- 図版 5-1. 繭糸の横切断面 ×4500  
 F: フィブロイン繊維  
 S: セリシン層  
 D: 径  $0.6\sim 0.8\mu$  の細繊維
- 図版 5-2., 3. 繰糸中の繭の表面 (若煮繭区) ×2000  
 E: 径  $0.2\sim 0.4\mu$  の細繊維  
 F: 径約  $500\text{\AA}$  "
- 図版 5-4., 5. 繰糸中の繭の表面 (適煮繭区) ×2000  
 F: フィブロイン繊維  
 S: セリシン
- 図版 5-6. フィブロイン繊維の表面 ×10500  
 X: 帯状構造
- 図版 6-1. (A), (B). フィブロイン繊維の表面  
 (A) × 4800  
 (B) ×10500
- 図版 6-2., 3. フィブリルの分裂を起しているフィブロイン繊維の表面  
 ×5200

## 参 考 文 献

- 1) 浅野清志 (1951): 蚕糸局改良課技術資料 No. 29:39.
- 2) KUNITZ, M. (1947): J. Gen. Physiol., 30:291.
- 3) 皆川 基 (1958): 日蚕雜 **27** (3):191.
- 4) ————— (1959): 日蚕雜 **28** (1):40.
- 5) 岡村源一外 2 名 (1957): 蚕糸試験場彙報 (71):1.
- 6) 荻原清治 (1950): 日蚕雜 **19** (2):172.
- 7) 荻原文二 (1954): Ann. Rep. Fac. Sci. Osaka Univ., 2:35.
- 8) 清水正徳・外山善臣 (1953): 蚕糸研究 (6):21.
- 9) 田島弥太郎外 2 名 (1949): 日蚕雜 **18** (5):322.
- 10) 田中八郎 (1950): 蚕糸局改良課技術資料 No. 19:1.
- 11) 土倉秀次・赤堀 宏 (1952): 電子顕微鏡 2:65.



图 版 1

