

柞蚕の営繭習性に関する研究 (1)

自然状態における営繭性について

倉 沢 美 徳*・中 嶋 福 雄*

Yoshinori KURASAWA and Fukuo NAKAZIMA : Studies on the Cocooning
Habit of *Antheraea pernyi* GUERIN

(1) On the Cocooning Behavior in the Natural State.

(1957年9月20日受理)

家蚕の営繭性に関しては多数の研究者によつて研究され多くの報告がある。また、家蚕のマルピギー氏管に関しては、清水 滋博士(1932~'43)、石森直人博士(1916.'20)、辻田光雄博士(1937)、中田太郎博士(1935)、その他の研究があり、その発生、形態、生理機能、マルピギー氏管の内容物等に関して明らかにされている。しかし、柞蚕の営繭習性と関連してのマルピギー氏管内容物の繭層に対する排泄等に関しては詳細な報告が見られない。

柞蚕繭は極めて解舒が不良で繰糸量の少ないことは既に知られているところである。而して、柞蚕繭の解舒が不良の主なる原因として考えられることは、(1) 柞蚕は営繭にあたり屋外において櫟の葉を集めて外層を包み多くは縦に営繭する為に繭層が受ける光線の照射が不均分である。(2) 柞蚕は営繭の初期に繭柄を形成する。この繭柄は家蚕繭には全く見られない。(3) 柞蚕は営繭中において略外層の吐糸を終了した時期に、マルピギー氏管内に蓄積したカルシウム塩類、主として碳酸石灰の結晶等を繭層内に排泄して繭層を堅固にする。これらの原因によつて繭層に厚薄またはその密度の分布に相違をきたすものであると考えられる。この繭層の厚薄および繭層中のカルシウム含量等に関しては、その一部を既に公表した(倉沢・田中1953)。

本研究は、柞蚕繭の解舒を不良とする原因を究明するとともに、その営繭習性を人為的に改善することによつて解舒の良好な柞蚕繭を得る目的とともに、柞蚕における営繭上の習性、マルピギー氏管内容物の排泄、柞蚕の

上簇方法と解舒等との関係について、1950年から1954年に亘つて研究を行った。今回は、これらの研究結果の一部即ち、柞蚕の自然状態における営繭性に関して報告する。

この研究を実施するに当り、種々実験に協力された本学助教授竹田 寛博士、田中一行氏、村田鈴子氏および中曾根晴子氏に対し、また、実験材料を恵与下された長野県蚕業試験場松本支場長山崎 寿博士に対して衷心より感謝の意を表する。

また、この研究の一部は農林省応用研究費によつて行われたものであり、ここに記して厚く御礼申上げる。

材料と方法

1. 実験に用いた材料は、長野蚕試松本支場より譲受けた卵より孵化した柞蚕を当学部において飼育したものと及び南安曇郡有明村において長野蚕試松本支場で飼育したものとを用いた。

2. 柞蚕、営繭性の観察方法としては、屋外において櫟を食葉している熟蚕に近い蚕児を選び、糸を静かにその基部より切断して飼育室に運び、水を入れた容器に挿して飼育し、熟蚕となつた蚕児について観察した。実験は雌雄各3頭宛について約3昼夜に亘り、終始観察を続けた。

尚、温湿度は出来る限り自然状態に保つように昼夜ともに終始飼育室を開放した。但し、特別に温度を一定にする必要のある実験は、別の実験室を使用した。

3. マルピギー氏管の内容物蓄積状態については、5齡起蚕、3日目、5日目、10日目、12日目(熟蚕期)の5回について雌雄の蚕児を5~6頭解剖し、その状態に

* 信州大学繊維学部 応用昆虫学研究室

ついて調べた。

実験結果と考察

1. 排便および排尿について

熟蚕は食葉を中止し、上唇および下唇を静かに動かし乍ら静止する。しばらく後に盛んに上唇および下唇を動かし、それまで枝上に横たえていた胸部をもたげてそり返り、尾脚を枝から離して排便をなす。排便後に極めて少量排尿し、後、稍々多量の排尿を行い、その後も継続して排尿を行うが、この排尿量は極めて少量である。而して排尿量は柞蚕の個体によつて差がある。いま、典型的な排尿の状態はFig. 1. に示すようである。

次に1回の排尿時間および排尿量について雌雄別に調べた結果は第1表に示したとおりである。

第1表 営繭前の排尿時間と排尿量について

個体別	雌		雄		備考
	排尿時間	排尿量	排尿時間	排尿量	
1	(分) 13	(g) 1.598	(分) 13	(g) 1.546	1. 実験中の温度は25°Cであつた。 2. 排尿量の測定は秤量瓶に排尿せしめてそれを秤量した。
2	12	1.922	11	1.861	
3	11	1.236	15	1.146	
4	11	1.746	12	1.174	
5	12	1.776	14	2.298	
平均	12	1.656	13	1.605	

第1表によれば明らかなように、個体によつて差があるので一概には云えないが排尿に要する時間は平均12~13分内外であり、排尿は平均1.6g内外であつた。この結果から見れば、排尿時間および排尿量は雌雄によつて大差がないものと考えられる。

排尿を終つた蚕は胸腹部および尾部を下げ一時静止し、その後営繭場所を求めて歩行する。食葉を停止し静止してから排便、排便より排尿、排尿より歩行開始までの時間について調べた結果は、第2表に示したとおりである。

第2表 排便、排尿、静止および歩行時間

静止~排便	排便~排尿	排尿~歩行	静止時間	歩行時間
時間分 8.53	時間分 0.30	時間分 0.28	時間分 12.48	時間分 5.08

備考：表中の数字は雌雄各3頭宛、計6頭について調査した平均時間である。

第2表の結果によれば、食葉を停止し静止してから排便までの時間は個体差があり一概には云えないが8時間から9時間内外であり、排便より排尿および排尿より歩行を開始するまでの時間は概ね30分位である。而して、食葉を停止してから歩行を開始するまでの間における静止時間の合計は、12時間から13時間内外と考えられる。

また、排尿後から営繭場所を求めて営繭袋を形成する直前即ち吐糸を開始するまでの間における歩行時間は、5時間内外であると認められる。

自然状態における柞蚕の大部分が排尿する時刻は午前8時から12時までの4時間であつた。

2. 営繭袋の形成について

営繭場所を求めて歩行していた蚕は営繭に適当な場所即ち枝条の梢端近くの比較的葉が密生している部分に達すれば、その位置において直ちに尾脚および腹脚特に第4腹脚を新梢の条或は葉柄に固着し、営繭袋形成のための集葉を開始する。

営繭袋形成のための集葉方法としては先ず蚕が歩行を停止した近くにある3葉或は4葉の葉面および隣接した葉の間を丁寧に縦横に吐糸し、相当程度吐糸すれば既に網状に吐糸してある下垂した葉の葉縁を胸脚特に前胸脚で把握して、上体を斜め上方に曲げ葉縁を手前に引寄せ、上位にある隣接した葉に吐糸して接着させ、次第に袋状に集葉する。その後、蚕は1時静止し再び営繭袋の形成を始める。

吐糸に際し葉脈特に主脈等の位置において、吐糸する糸の接着が不良と考えられるところにおいては、蚕はその部分を大顎で噛み切り鋸齒状とし、そこに吐糸する。営繭袋形成のための吐糸は、最初に将来、繭底となるべき部分を吐糸し、その後営繭袋内で逆転し頭部を枝条の基部に向け、その周囲を10数回吐糸する。その後時間の経過に伴つて将来において繭柄の繭に接する扇状を呈する部分（以下、この部分を扇状部と呼ぶ）を前後に10数回吐糸する。この時期に至れば営繭袋は固着安定する。従つてこの状態は、営繭袋形成のための集葉を略終了した時期であると考えられる。しかし、営繭袋は扇状吐糸部において未だ大きく開口している。

3. 繭柄の形成について

営繭袋の形成を終了した蚕はその開口部より上半身を前方に出し、繭柄の繭に接する扇状部に対して前後吐糸を繰り返す。この吐糸のための前後運動の距離は、営繭袋の開口部から2.5cm内外であるが、その後、枝条にそつて前後に吐糸しながら繭柄の形成を開始する。この

時期が第1回の繭柄吐糸の時期である。この繭柄吐糸の場合における前後運動距離の最も長い場合は營巢袋の開口部より5 cm 内外であつた。而して、この前後吐糸の運動は主として胸部の伸縮によつて行われるが、頭部諸器官の運動が重要な役割を果すことは勿論である。

また、胸部を伸縮し得る範囲においては腹脚による体の移動は殆んど行われず腹脚は固定したまま吐糸する。このことから柞蚕が前後に吐糸する運動に対して胸部の伸縮し得る範囲は5 cm内外であると考えられる。

なお、吐糸運動に対して胸脚が大なる役割を果すことは、家蚕の場合と同様である。

次に、扇状部を前後に吐糸していた蚕児は、その前後吐糸を中止し、枝条の第1葉柄基部（便宜上、營巢袋に最も近い部分から枝条の基部に向い第1、第2、第3…葉柄基部とした）において胸部を伸長したまま、吐糸する糸が枝条の裏面で相接するように葉柄基部の周囲を左右に10数回吐糸する。

尾部を營巢袋内に入れたまま繭柄扇状部を吐糸していた蚕児は、第1葉柄基部において左右に10数回吐糸した後にはじめて腹脚をもたげて前進し、營巢袋より這い出して第1葉柄基部より枝条の基部に向つて前後吐糸をなす。この吐糸を10数回繰り返して先端が第2葉柄の基部に至れば、再び左右吐糸を行う。このような吐糸を繰り返して漸次枝条の基部に向つて繭柄を形成する。しかし、繭柄形成のための前後および左右吐糸の回数は、枝条の基部に至るに従つて少くなることが観察された。

第1回の繭柄形成の吐糸を終了した蚕児は、頭部を枝条の基部に向けたまま、繭柄形成のために前進した距離の約1/3まで枝条の上を後退し、その位置で一挙に逆転し頭部を營巢袋に向けて前進し、扇状部の開口部から營巢袋内に入り繭層形成のための吐糸を開始する。

一定時間繭層を吐糸した蚕児は再び第2回目の繭柄形成のための吐糸を開始する。即ち、僅かに繭層を吐糸した蚕児は繭腔内（外側は營巢袋に包まれている）から出て、第1回の繭柄形成のための吐糸を行つたと同様の方法によつて繭柄を形成する。しかし、第2回目における吐糸は第1回目におけるそれに比較して、前後および左右吐糸運動ともに吐糸回数は少く、また繭柄の長さも短い。

4. 繭層形成の吐糸について

繭柄の形成を終了して後退し、營巢袋中に胸部を入れた蚕児は先ず繭柄に近い部分を吐糸し、次第に繭腔内部に向いS字状に吐糸し乍ら前進し上半身を殆んど繭腔内

に入れ繭底となる部分を吐糸する。

その後、蚕児は繭腔内で反転し、繭の開口部の周辺を吐糸し乍らそのまま上半身を開口部より出し、繭柄の扇状部を前後に丁寧に吐糸し時間の経過とともに繭柄部から放射状に、繭の開口部の上に吐糸し、やがて開口部を閉塞する。

以上の関係について、その時間を調べた結果は、第3表に示すとおりである。

第3表 營巢袋、繭柄および繭層吐糸の時間

調 査 個 体 数	歩行停止	營巢袋形	第1回繭	第1回繭	第2回繭
	～營巢袋 形成	成～第1 回繭柄吐 糸終了	柄吐糸終 了～第1 回繭層吐 糸終了	層吐糸終 了～第2 回繭柄吐 糸開始	柄吐糸終 了～第2 回繭層吐 糸、繭開 口部閉塞
	時間分	時間分	時間分	時間分	時間分
1	5.33	1.05	0.31	1.11	0.97
2	5.05	1.00	0.18	0.45	1.00
3	4.07	1.14	0.49	1.14	2.23
4	5.16	0.55	0.25	0.40	1.42
5	7.33	0.35	0.35	0.55	2.47
平均	5.31	1.00	0.32	0.57	1.45

第3表によれば、柞蚕は個体差が比較的多いので一概には云えないが、熟蚕が歩行を停止してから營巢袋を形成するまでの時間は概ね5時間内外であり、營巢袋を形成してから第1回の繭柄形成の吐糸を終了するまでの時間は1時間内外、第1回の繭柄吐糸終了から第1回の繭層を吐糸するまでの時間は、多少の例外はあるが30分内外で比較的短い。次に、第1回の繭層吐糸を終了してから第2回の繭柄吐糸開始までの時間は1時間内外と考えられる。また、第2回の繭柄吐糸を終了して繭層を吐糸し、繭の開口部を閉塞するまでの時間は、1～2時間内外であると考えられる。

5. マルピギー氏管内容物の排泄について

5齡の蚕児はその發育に伴つてマルピギー氏管内に漸次カルシウム塩類を蓄積する。その状態はFig. 2、3、4、5及び6に示したとおりである。即ち、5齡起蚕においてはマルピギー氏管内にカルシウム塩類は極めて少い（Fig. 2.）が、5齡5日目頃よりその量は次第に増加し（Fig. 3.）、5齡10日目および5齡12日目（熟蚕期）においてはマルピギー氏管内特にその屈曲部から下行管の一部に亘り、カルシウム塩類で充満（Fig. 4.及び5.）さ

れるようになる。この時期のマルピギー氏管はFig. 6に示したように多数の瘤状の隆起を生ずる。

マルピギー氏管の内容物(カルシウム塩類)を繭層に排泄する時期は、營繭中において繭層の略外層を吐糸し終つた時期であり、このカルシウム塩類を繭層の各部分に点々と排泄する。而して、繭層に排泄されたカルシウム塩類は急速に全繭層に浸潤し次第に乾固する。このことは繭層を堅固にし、自然状態において繭中の蛹を保護する一つの方法であると考えられる。

次に、熟蚕が營繭を開始し繭層にカルシウム塩類を排泄するまでの時間は、温度の高低により左右され、また蚕児の個体によつても差があるが營繭開始から外層にマルピギー氏管内容物即ちカルシウム塩類を排泄するまでの時間について、雌雄別に調べた結果は、第4表に示すとおりである。

第4表 營繭開始から外層にマルピギー氏管の内容物を排泄するまでの時間

雌雄別 個体別	雌	雄	備 考
1	時間分 13.10	時間分 14.40	調査時の温度は27~28°Cであつた。
2	10.40	15.13	
3	12.52	11.48	
4	11.00	10.10	
5	15.05	12.55	

第4表によれば、マルピギー氏管内のカルシウム塩類を外層に排泄する時間は、温度が27~28°Cの条件においては營繭開始から10~15時間の時期であると考えられる。

また、このマルピギー氏管内のカルシウム塩類は主として蓆酸石灰の結晶であり、熟蚕期に近づくとその結晶が塊状になつて管内を移動する状態が明瞭に観察出来る(Fig.4.参照)。而して、繭層にマルピギー氏管の内容物を排泄した後においては、マルピギー氏管内にカルシウム塩類は殆んど認められない。

このように柞蚕は營繭にあたり、マルピギー氏管の内容物を繭層内に排泄することは、柞蚕繭が繭柄を形成すること及び營巢袋を形成すること等と共に柞蚕繭の解舒を不良とし、繰糸量を少くする原因であると考えられる。

なお、柞蚕の營繭習性を人為的に変えることによつて繭柄を形成しない比較的解舒の良好な繭を作らせることが出来たが、紙面の都合上これらの実験結果は改めて発表する予定である。

摘 要

柞蚕の自然状態における營繭性に関する実験を行い、次の結果を得た。

1. 熟蚕の營繭前における1回の排尿時間は平均12~13分、1回の排尿量は平均1.6g内外であり、排尿の時刻は午前8時から12時までの間に最も多く行われる。而して、その時間および量は雌雄によつて大差がないものと考えられる。

2. 柞蚕は營繭前に枝条の梢端近くに營巢袋を形成する。熟蚕が食葉を停止し營巢袋を形成するまでの時間は5時間内外である。

3. 熟蚕は營巢袋を形成した後必ず繭柄を形成する。繭柄形成のための吐糸運動は葉柄基部においては左右吐糸であり、葉柄と葉柄との間においては前後吐糸を行う。

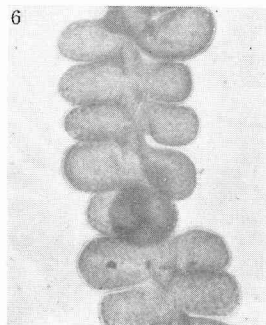
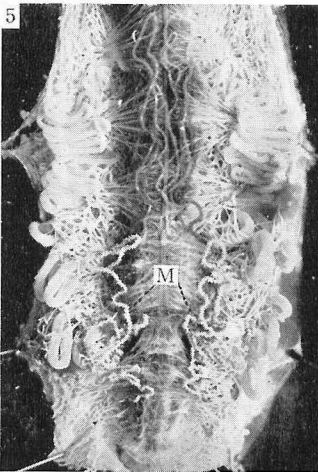
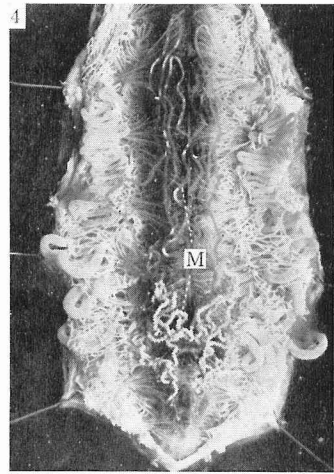
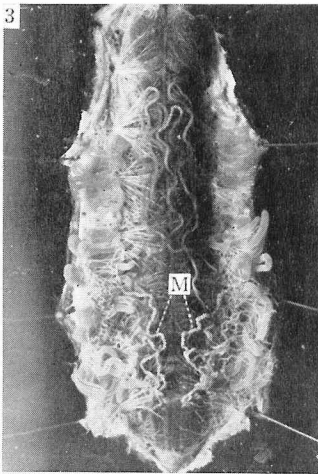
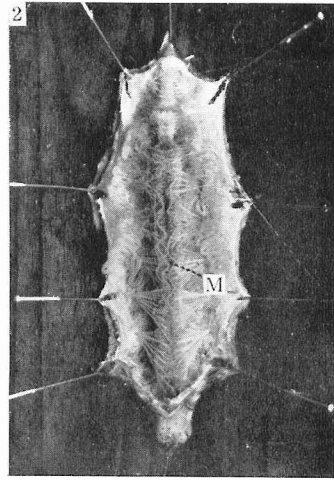
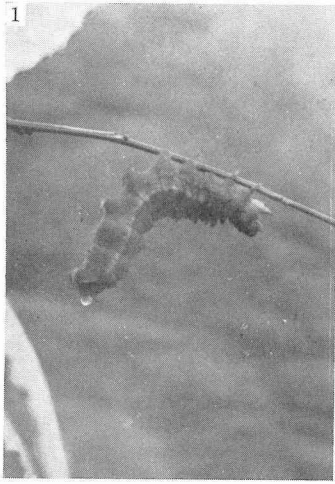
4. 繭層吐糸の運動はS字状である。而して外層を吐糸し終つた頃にマルピギー氏管の内容物(カルシウム塩類、主として蓆酸石灰の結晶)を繭層に点々と排泄し繭を堅固にする。

營繭開始から繭層にマルピギー氏管の内容物を排泄するまでの時間は、營繭開始から10~15時間位の時期であつた。

5. 柞蚕が營繭に際し營巢袋および繭柄を形成することと繭層にマルピギー氏管の内容物を排泄すること等が柞蚕繭の解舒を不良にする原因であると考えられる。

文 献

- (1) 清水滋：蚕試報., 8 (3), 103~108 (1932)
- (2) ———：日蚕誌., 4 (2), 159~161 (1933)
- (3) ———：蚕試報., 8 (11), 525~538 (1934)
- (4) ———：日蚕誌., 5 (1), 57 (1934)
- (5) ———：学士院記事., 10 (10), (1935)
- (6) ———：日蚕誌., 7 (3), 167~170 (1936)
- (7) ———：蚕試報., 11 (3), (1943)
- (8) 石森直人：大日蚕会報., 25 (293), 1~3 (1916)
- (9) ———：蚕 新., 28 { (327), 523~524 (328), 662~663 (1920)



- (10) 辻田光雄：蚕試報., 9 (2), 97~122 (1937)
 (11) 中田太郎：福岡蚕報., (3), 1~27 (1935)
 (12) 倉沢美徳：田中一行：日蚕誌., 22 (3), 136 (1953)

Summary

The writer carried out the studies on the cocooning behavior of *Antheraea pernyi* GUÉRIN in a natural state and obtained the following results.

1. The period of time of excretion of urine before spinning the cocoon by *Antheraea pernyi* will be an average of 12 to 13 minutes.

The average weight of urine excreted by a worm is about 1.6 gram per one time.

The time of urine excretion is generally between 8 and 12 a.m. (noon).

There is no difference between the male and female in spend of time of excretion and amount of urine.

2. The silkworm make a nesting case near the end of a shoot before build its cocoon. The time spent in non feeding and finishing a

nesting is about 5 hours.

3. The matured silkworm will not fail to make a stalk of cocoon after completed a nesting case.

The spinning of filament to make a cocoon stalk is done in a motion of to and fro at the base of petioles and in backward and forward motion between the petioles.

4. The spinning of the cocoon-layers is done by a sigmoid motion when the outer layers have been spun, the contents of Malpighian vessel (calcium salts, chiefly crystals of calcium oxalate) are sporadically excreted into the cocoon-layers to strengthen the cocoon.

The time spent from the starting of spinning to the excretion of the contents of Malpighian vessel into the outer cocoon-layers is between 10 hours and 15 hours.

5. The writer considers that the stalk of a cocoon and the excreted substance of Malpighian vessel in cocoon-layers are the causes to make the reeling quality poor.

図版説明

- Fig. 1. 營繭前の排尿状態
 Fig. 2. マルピギー氏管のカルシウム塩類蓄積状態 (5 齡起蚕)
 M...マルピギー氏管。以下同様
 Fig. 3. 同上 (5 齡 5 日目)
 Fig. 4. 同上 (5 齡 10 日目)
 Fig. 5. 同上 (5 齡 12 日目, 熟蚕期)
 Fig. 6. マルピギー氏管内にカルシウム塩類が蓄積され, マルピギー氏管に瘤状の隆起を生じた状態