

カイコその他数種鱗翅目昆虫の皮膚構造に関する研究 VI

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	田中, 一行
巻/号	40巻3号
掲載ページ	p. 231-235
発行年月	1971年6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



資 料

カイコその他数種鱗翅目昆虫の皮膚構造に関する研究 VI. カイコの成長に伴う体表面積増加に関する一考察

田 中 一 行

長野県上田市・信州大学繊維学部
(1970年5月29日受理)

起蚕にみられる脱皮前(眠中)形成クチクルが、発育に伴って逐次その厚さを増していくことは、KUWANA³⁾をはじめ高橋⁴⁾らによって既に知られているが、KUWANA はさらにその重さ(キチン重量)および表面積についても測定を行ない、これが発育に伴って漸次増加していることを明らかにしている。発育に伴うクチクル重量の変化については、著者もまた前報で明らかにした⁶⁾。そこで今回は特に発育に伴う体表面積増加の詳細について知るため、主として既に報告した皮膚の表面構造⁵⁾ならびに組織学的構造⁶⁾の観察結果を中心に、これらの点について検討し考察した。

本研究を行なうに当り、有益なご助言をたまわった本学教授竹田寛博士、農林省蚕糸試験場生理部長伊藤智夫博士、種々ご配慮をいただいた本学教授小山長雄博士に対し、深く感謝申しあげる。

材 料 と 方 法

- 1) 供試品種は日115号×支108号である。
- 2) 剥離クチクルは、第I報⁵⁾で行なった方法と同様の方法によって作製した。
- 3) S・U(体表面に認められる真皮細胞によるクチクル形成の区分を、仮にこのように呼称した)の大きさおよび剥離クチクルの面積は、マイクロメーターおよびプランメーターにより測定した。なおその際剥離クチクルの面積は、これを一旦方眼紙上にうつしとった後測定した。

結 果 と 考 察

1. クチクルの量的増加による体表面積の増加

はじめにまず脱皮後分泌形成されるクチクルが、表面積の増加に対しどの程度関与しているかにつき知るため、一例を5齢幼虫の起蚕と盛蚕の剥離クチクル(ただし頭部および脚を除く胴部のクチクルで、肉眼的に認められるしわは切り込みを入れ、かつ指頭でこれを十分に伸展した状態のクチクルをいう、以下同様)にとりて調べた。その結果を第1表に示す。

この結果をみると、5齢の起蚕と盛蚕にみられる剥離クチクルの面積比はおおよそ1:2を示し、したがって5齢幼虫においては、脱皮後形成クチクルによる面積の増加量は、脱皮前形成クチクルの面積におおむね等しいことがわかる。

第1表 起蚕(脱皮前形成クチクル)と盛蚕(脱皮前および脱皮後形成クチクル)における剥離クチクルの面積(5幼虫)

♀♂別	体 表 面 積		脱皮後形成クチクルによる面積の増加量
	起 蚕	盛 蚕	
	mm ²	mm ²	mm ²
♀	811	1.642	831
♂	782	1.574	792
平 均	797	1.608	812

品種: 日115号×支108号

他方試みに脱皮後増加するクチクルが厚さの増加に対しどの程度関与しているかを、前記研究者らの測定結果から求めてみると、その値は研究者の測定値によりかなり相違するが、起蚕を1としたばあい盛蚕では約5倍(KUWANA)ないし12倍(高橋)を示し、脱皮後形成クチクルの厚さに対しての寄与率は、面積のそれに比べれば極めて高い値を示している。

つぎに脱皮後形成クチクルの量的増加による表面積増加の詳細を、表面構造の立場から検討してみると、まず第I報⁵⁾の結果によれば、(1)各齢とも起蚕のクチクル表面には微皺 rugula (微彫刻状のしわ模様)が認められ、しかもこれらの微皺は、特に5齢幼虫では六角形の凹溝によって真皮細胞ごとに区分されている。(2)微皺は凹溝部と内域部とでその状態を異にし、前者ではこれによってつくられる微領縁ないし微凹線は、内域をかこんで放射状に規則正しく配列しているが、後者の部分では不規則に配列している。(3)起蚕に認められたこれらの微皺は、盛蚕ではいずれの部分でもほとんど伸展し消失している。(4)5齢幼虫の起蚕と盛蚕の間にみられるS・Uの大きさの比は、1:1.4~1.5 (胸部 13.0×8.0μ:18.0×12.0μ, 腹部の環節前部 19.0×13.0μ:28.0×19.0μ)を示し、その大きさは盛蚕で明らかに大きい。(5)S・Uの内域にのみ認められる乳嘴突起、特にその基部隆起は、起蚕では極めて瘠細でかつ萎靡した状態を呈しているが、盛蚕では著しく肥大して明らかな瘤状に発達している。

上に述べたクチクルの表面構造ならびにその変化、特に(4)の事実から、体内容積の増加は、S・U個々の表面積増加の総合された結果により表わされたものであることは明白である。このばあい起蚕にみられた微皺が盛蚕でほとんど消失している点((2)および(3)など)のみからみれば、前記のS・U表面積の増加は、これが単なる機械的伸展によるものように理解される。しかし乳嘴突起特にその基部隆起が起蚕より盛蚕で明らかな瘤状に発達していたこと(5)、およびこれらの隆起や微皺は、複雑な起伏を示すエンドクチクルの薄層とは無関係に、その外面にのみ彫刻状となって存在していたことなどの事実もみられるので、前記のクチクル表面積の増加に関しては、これを単なる機械的伸展とみるよりも、クチクルの量的増加に伴う肥厚伸展とみること

が、むしろ適切であると思われる。

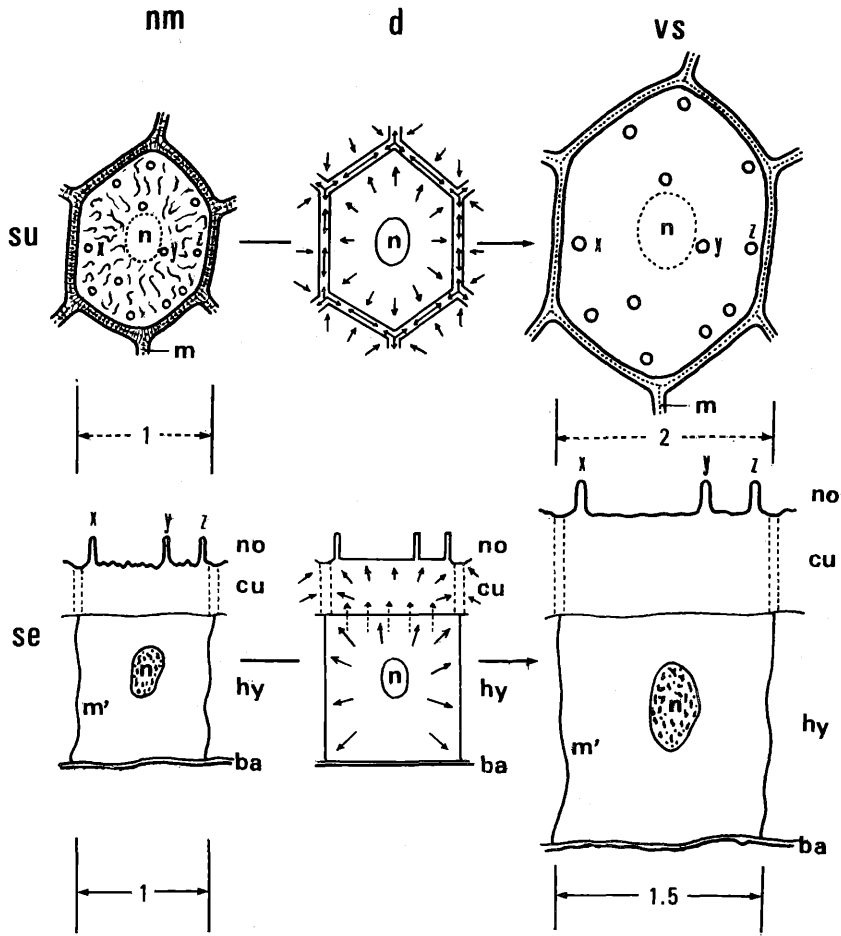
S・U外面の微皺にみられる部位による配列の違い(2)から、クチクルにおける肥厚伸展の状態につき、若干考察すればつぎのようである。すなわちS・U外面の微皺、特にこれによってつくられる微領縁ないし微凹線が六角形の凹溝部ではこれを区切るように規則正しく放射状に配列し、その内域では不規則に配列していた。このことはこれをその後におけるS・U発達の方向として考えれば、前者すなわち凹溝部の微皺は、発育に伴って逐次大きさを増す真皮細胞の側面細胞膜の広がりの方に、後者すなわち内域部の微皺は、それに伴うクチクル分泌面の増加の方向に、それぞれよく一致していることが知られる。一方このことは、同時にクチクルにおける構造上の局所差を指摘したものと思われ興味深い。この点に関しては今後さらに別の立場から十分に追究されなければならないものと思われる。

以上主として5齢幼虫について述べてきたが、ここで4齢幼虫について少し触れてみると、この齢期においても起蚕と盛蚕の間にみられるS・Uの大きさの比は、およそ1:1.4~1.5 (胸部 11.4±1.7μ:16.4±1.8μ, 腹部 11.7±1.4μ:17.3±2.2μ)を示し、その値は5齢幼虫のそれらの比によく一致していた。この齢期の幼虫については、胴部剥離クチクルの全面積比についての測定は特別行なわなかったが、前述の結果から推察すれば、この齢期においても恐らくは5齢幼虫と同様、その比はほぼ1:2を示すものと思われる。

なおこれまでに述べたクチクルの量的増加に伴うS・Uの面積増加についての検討の結果を要約し、模式図で示したものが第1図である。

2. 皮膚の伸展に伴う体表面積の増加

新クチクルを形成しつつある眠期の真皮細胞層には褶曲が認められる。これらの褶曲は眠期における真皮細胞の厚さの増加(すなわち外側への伸び)が、部分的に極めて不均一であることにより生ずる^{1,2,6)}。したがって単一の褶曲(隆起部)を構成している数個の真皮細胞群につき着目すれば、その厚さは中心部より両側の細胞において漸次薄くなり、また各細胞は多かれ少なかれ体表面側で幅広くなっている。眠期の真皮細胞(層)にみられるこれらの変化は、急激かつ一時的なものである。すなわち眠の後期、少なくとも齢の極く初期(ほぼ起蚕)にな



第1図 カイコの発育に伴うS・U増加に関する検討

nm: 起蚕, d: 発育増加の方向(矢印), vs: 盛蚕, su: S・Uの表面図, se: 断面図, n: 核, m: 細胞膜対応部, m': 細胞膜, x・y・z: 乳嘴突起の位置的対応, no: 乳嘴突起, cu: クチクル, hy: 真皮細胞, ba: 基底膜。

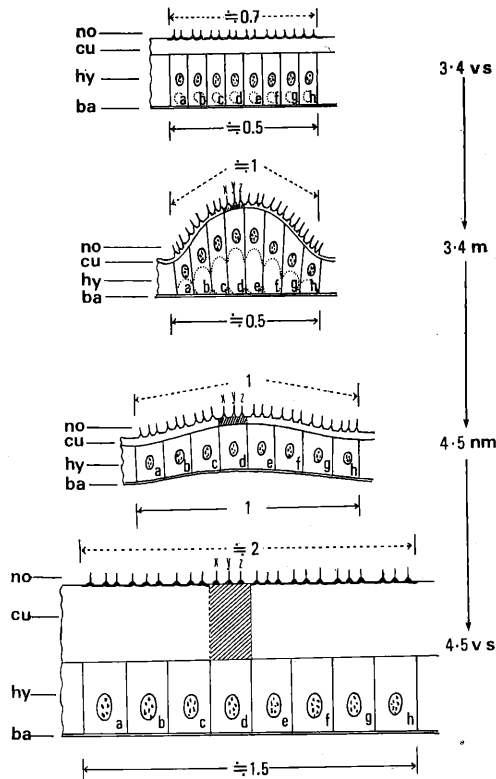
点線(矢印)間の数値は、4・5 齢の起蚕と盛蚕におけるS・U(真皮細胞によるクチクル形成の区分)の表面積の比を示し、実線(矢印)間の数値は、同じくS・Uの幅(細胞幅)の比を示す。

ると、細胞の形は整齊となって褶曲はほとんど消失し、また細胞層は全体へび状に屈曲するようになっている⁶⁾。このばあい眠期にみられる新クチクルの褶曲と、起蚕に残され皮膚全体の皺縮とは、必ずしもその波形あるいは屈曲を同じくするものとは断定しがたいが、起蚕でしわの多い胸部背面や、腹部腹面相当部のクチクルにおいて、やはり褶曲の程度がかなり著しかった点から考えれば、眠期の真皮細

胞にみられる前記の変化は、脱皮後におけるしわの多い皮膚、すなわち体内諸器官の発達につれて逐次伸展しうる皮膚の形成に対し、深い関連をもつものと考えることが妥当のように思われる。

眠期における真皮細胞の形態には、上に述べたような著しい変化が認められるが、さらに眠期において真皮細胞が細長く伸び、しかもその長さ(厚さ)に周期的な局所差が生ずることは、クチクル形成の

点からすれば、当然前の齡期の真皮細胞よりその分泌表面積を増す結果となり、また事実脱皮直後の起蚕にみられる新クチクルの表面積は、旧クチクル（前齡盛蚕）の表面積より明らかに増加している（剝離クチクルによる面積比、3齡盛蚕1(252mm²) : 4齡起蚕1.3~1.4(340mm²)。起蚕の体表面積



第2図 カイコの發育に伴う体表面積増加に関する検討

3.4 vs: 3齡あるいは4齡の盛蚕, 3.4 m: 3眠あるいは4眠の中期, 4.5 nm: 4齡あるいは5齡の起蚕, 4.5 vs: 4齡あるいは5齡の盛蚕。no・cu・hy・ba: 第1図と同じ。a~h: 同一細胞の位置的対応。x・y・z: 同一乳嘴突起の位置的対応。実線(矢印)間の数値は、各時期相互間における細胞幅の比を示す。点線(矢印)間の数値は、同じく逐次大きさ特にその幅を増す真皮細胞によって分泌形成されるクチクルの量的増加による体表面積の實質的増加の比を示す(斜線による暗区分は単一の細胞に着目したばあい)。以上いづれも起蚕(4.5 nm)を1としたばあい。なお3.4 vsの表面積 ≈ 0.7 は4 vsの値を示す。

が前齡盛蚕の体表面積より増加していることの意味づけについては明確でないが、不整齊な真皮細胞による褶曲の復元が、脱皮前においてすでにほとんど終了している点から考えれば、この増加が旧クチクルからの幼虫体の脱出に対し、なんらかの効果(主としてぜん動運動による脱出効果)をもつものであることは容易に想像される。

以上第1項および第2項に述べた結果、すなわち脱皮前に形成された褶曲あるいは皺縮の著しいクチクルが、發育に伴う真皮細胞の形態的变化と、クチクルの量的増加とにより、齡期中逐次表面積を増しつつ伸展していく過程につき、これを総括して模式図で示したものが第2図である。

図は褶曲の特に著しい部分について示したものであり、したがってこれらの部分では、盛蚕(3.4 vs)と起蚕(4.5 nm)の間にみられる細胞幅の比は、図に示すとおりおよそ1:2を示すが、褶曲がほとんど認められないか、認められてもその程度のわずかな部分では、その幅の増加もあまりみられないので、結局剝離クチクル全体で比較すれば、その比はさきに記載したとおりおよそ1:1.3~1.4を示す程度となる。

摘 要

カイコの發育に伴う体表面積の増加につき、主として既に公表した皮膚の表面構造ならびに組織學的構造の見地から検討し考察した。

- 1) 起蚕と盛蚕(5齡幼虫)の間にみられる剝離クチクルの面積比は、ほぼ1:2である。
- 2) 起蚕と盛蚕(4.5齡幼虫)の間にみられる真皮細胞幅の比は、部位に関係なくおよそ1:1.5を示す。したがって1)の齡期中にみられる体表面積の増加は、逐次分泌表面積を増しつつある真皮細胞によって分泌形成されるクチクルの量的増加により、行なわれることが明らかである。

3) 体表面にみられる真皮細胞によるクチクル形成の区分(不正六角形)は、主として表面に存在する彫刻状の微皺によってつくられた微領縁ないし微凹線の配列の差により表わされているが、この配列は真皮細胞の大きさの増加に伴う分泌面の広がり、側面細胞膜の伸びの方向にそれぞれよく一致しており、しかもこれらの微皺は盛蚕ではほとんど消失している。

4) 眠期, 真皮細胞は外面に向って長く伸びる。しかしその伸び率が部位によってかなり相違するため, この時期の細胞層は著しく褶曲する。真皮細胞(層)にみられるこのような形態的变化は, 脱皮後体内諸器官の発達につれ, 逐次伸展しうるしわ(肉眼的なしわ)の多い皮膚の形成に対し, きわめて重要となるものと思われる。

5) 4) にみられる真皮細胞(層)の形態的变化は, 同時に新クチクルの表面積を旧クチクルの表面積よりかなり増す結果となる(3齡盛蚕 1:4 齡起蚕 1.3~1.4)。このような新クチクルにみられる表面積の増加は, 脱皮現象(ぜん動運動)と密接に関

連したものと思われる。

文 献

- 1) 有賀久雄 (1943): 蚕試報告, **11**, 387-425.
- 2) 伊藤智夫 (1959): 蚕試報告, **13**, 305-328.
- 3) KUWANA, Z. (1933): Proc. Imp. Acad. Japan., **9**, 280-283.
- 4) 高橋保雄 (1959): 長野県蚕試報告, (58), 1-100.
- 5) 田中一行 (1970): 日蚕雑, **39**, 94-103.
- 6) 田中一行 (1970): 日蚕雑, **39**, 231-238.

Summary

**Studies on the structure of the integuments of *Bombyx mori* L.
and several other species of Lepidoptera. VI. Investigation
on the increasing feature of the surface area of the body
following with the larval growth of the silkworm.**

By

Kazuyuki TANAKA

1. In the fifth instar larva, the surface area of cuticle in the full-grown larvae is twice wide as that in the newly moulted larvae.

2. The sections of the cuticle formed by the secretion from the hypodermal cells are observed on the body surface of the silkworm of the fourth or the fifth instar. Each of them is termed a Sculpture Unit, here abbreviated to S. U.

3. Rugulae are observed on the outer surface of S. U., and their arrangement is regular and radial on the border line or the adhering part of S. U., but is irregular on the inner surface. These rugulae become extended and smooth at the voracious stage of the larvae and are gross on the inner surface of S. U., and they almost disappear on the border line.

4. This size of S. U. is noticeably larger in the case of the larvae at the voracious stage than in the case of the larvae immediately after ecdysis. This is because of the increase in quantity of the cuticle.

5. According to the histological observation, the hypodermal cell layers at the moulting stage remarkably increase in thickness and give birth to folds. After ecdysis the folds disappear and each cell of the hypodermal layers gradually increases in width, reaching the maximum at the voracious stage. It can be assumed that the folds of the hypodermal layers are an important factor for the formation of the wrinkled cuticles.

(Faculty of Textile Science and Technology Shinshu University, Ueda)