人の汗腺の上皮細胞に於ける刷子縁の 出現について。

Über das Vorkommen des Bürstensaums an den Epithelien der Schweißdrüsen des Menschen.

伊東 俊 夫，高 橋 照 明，北 川 高 久

Toshio ITO, Teruaki TAKAHASHI u. Takahisa KITAGAWA

(Eingegangen am 11. Oktober 1956.)

汗腺の上皮細胞の遊離表面に出現する後形質性の装置については古くより論ぜられた（伊東 1949 参照）。特にアポクリン汗腺の腺細胞についてはこれに関する報告が多いが，意見の一致を見ないで今日に到っている。田所（1909），長島（1934），立花（1936），吉弘（1942）等は小皮縁（Kutikularsaum）が存在すると報告したが，Kishi（1907），Brinkmann（1911）等は存在なしとしている。併しア-汗腺々細胞の遊離縁に硝子様均質性緻密な原形質層が存在することは多くの学者によって認められた（Mislawsky 1909, Brinkmann 1911, Schaffer 1927, Way と Memmesheimer 1938, 等）。この層を小皮縁と呼ぶか否かによって報告が根本的に違って来る。上記の小皮縁の存在を主張した学者等はこの層を認めたものと思われる。Minamitani（1941 a, b）は Brinkmann と共にこの層を小皮縁とは別に取扱っている。伊東（1949）はこの層を殻皮層 Crusta と呼ぶのが正しいと述べた。Hoepke（1927）も同じ言葉を使用した。その存在を一時的のものとしている。Minamitani（1941 b）は殻皮層の表面に刷子縁或は小皮縁に似た構造を証明し図示したが，総ての細胞には見られないと報告した。殻皮と刷子縁の両者が同時に存在することを認めたのは Minamitani が最初である。エックリン汗腺の腺細胞に同様な構造が存在するのを証明した学者はないが，最近塚越（1955）は鼠の足底エ-汗腺に於て腺細胞の遊離表面に刷子縁の存在を初めて証明し，恒常的な後形質性構造であると報告した。彼の附図を見ると Minamitani の人のア-汗腺細胞の刷子縁に比して遙かに薄いので非常に見落されやすいと感ぜられる。汗腺の排泄管上皮の管腔に臨む内層細胞の遊離表面に可なり厚い硝子様均質性緻密層があることは総ての学者によって認められているが，その名称については殻皮と呼ぶ学者と小皮縁と呼ぶ学者とがある（伊東 1949 参照）。吾々は殻皮と呼ぶのが正しい

と考える。こゝに刷子縁或は小皮縁を別に認めた学者は今日までない。

細胞及び組織の電子顕微鏡的観察が行われるようになって以来、細胞の超微細構造が解明されつゝある。山田(1956)は電子顕微鏡で見得る上皮細胞の遊離表面の分化像を線毛と microvilli とに分けた。Microvilli には光学顕微鏡で観察されている小皮縁、刷子縁等が含まれる。それ等は microvillus の長さ、太さ、密度等が相異なるのみであって、本質的には等しいと述べた。Microvilli は原形質の絨毛状の微細突起である。その存在はある上皮に於ては光学顕微鏡のみの時代からよく知られ組織学教科書にも述べられている。例えば腸上皮の小皮縁、腎尿管主部上皮の刷子縁の如きである。併しかゝる装置が上皮細胞の遊離表面に広く存在することは電子顕微鏡によつて漸次証明されつゝある。最近 Odor(1954)はラットの腹膜の中皮 Mesothel の遊離表面に電子顕微鏡によつて microvilli を認め、位相差顕微鏡によつてもかすかに認められると報告した。単層扁平上皮に数えられる中皮にかゝる構造のあることは従来一般には余り知られていないが、光学顕微鏡によつてもこれまでに数人の学者によつて報告されていることを彼は文献をあげてのべている。Maximow(1930)は組織学教科書(38頁)に於て腹膜の中皮がその表面に殻皮様の薄い緻密層を持ち、その内表面には時に刷子像があることを図示して述べ、又 Bargmann(1948)も腹膜の中皮の刷子縁をその組織学教科書(64)頁に図示し、腹膜の如き吸収機能を持つ部分の扁平上皮は刷子縁を持ち、表面積を著しく拡大する意味があると考えている。最近の Schulz(1956)の肺胞上皮の電子顕微鏡的研究に於ては肺胞上皮が表面に microvilli (彼は Cytoplasmafüßchen と呼ぶ)を持つことが述べられ、これは呼吸表面を拡大する意味があると指摘されている。

吾々は Minamitani と塚越が汗腺細胞で刷子縁を認めたことにヒントを得て、汗腺の腺細胞、排泄管上皮を精細に観察した。近來小皮縁や刷子縁が過沃度酸-Schiff 反応(PAS)陽性であることが知られ、この方法を用いるとこれ等の構造が見易くなり、光学顕微鏡の解像限度に近い微細なものまでその存在を確認出来るので、本研究では専ら PAS 法を施した標本を用いた。

I. 材料と方法.

研究に用いたのは10例の腋窩皮膚で、総て健康な成人からノボカイン局所麻酔の下に手術的に切除したものである。切除後直ちに小片として Zenker-Formol で固定し、5日間3%重クロム酸加里で後固定した。水洗後

アルコールで脱水し、キシロールを経て、パラフィンに包埋し、4—5 μ 厚の連続切片とした。切片に過沃度酸-Schiff 反応を施し、Hansen 氏ヘマトキシリンで核染色を行った。1 部は唾液消化をしてグリコゲンを除去してから同様の操作を行った。

II. 所見と考察.

腋窩皮膚は所謂エクリン汗腺の他に多数のアポクリン汗腺を持つので、両者の観察に適している。腋臭を持つものと然らざるものとに於てア-汗腺の細胞学的及び組織学的構造に相異があるが、根本的なものではないので本研究に於ては問題としない。

A. ア-汗腺の腺細胞遊離表面の構造.

腋窩のア-汗腺は人類に於ては最もよく発達したア-汗腺である。その腺

図 1. ア-汗腺の腺細胞の刷子縁, その下に均質性の殻皮層がある。分泌顆粒も PAS 陽性である。腋窩皮膚。Zenker-Formol 固定, PAS-ヘマトキシリン (Hansen) 染色。1400 $\times$ 。

Abb. 1. Bürstensaum der Drüsenzellen der α -Schweißdrüse, darunter findet sich eine homogene Krustenschicht. Die Sekretgranula zeigt auch die positive Überjodsäure-SCHIFF-Reaktion. Achselhaut. ZENKER-Formol, PAS-Hämatoxylin (HANSEN). 1400 $\times$.

図 2. ア-汗腺の腺細胞の刷子縁, それと PAS-陽性の分泌顆粒との間に均質性の殻皮層がある。腋窩皮膚。Zenker-Formol 固定, PAS-ヘマトキシリン染色。1400 $\times$ 。

Abb. 2. Bürstensaum der Drüsenzellen der α -Schweißdrüse, zwischen jenem und der Anhäufung der PAS-positiven Sekretgranula findet sich eine homogene Krustenschicht. Achselhaut. ZENKER-Formol, PAS-Hämatoxylin. 1400 $\times$.

細胞は大きく顕微鏡的観察に適している。腺細胞の遊離表面には可なり厚い殻皮層があり、均質性硝子様無構造で(図1), 分泌顆粒も含まれない(図2, 3)。又アポクリン分泌像を示し、原形質性突起(分泌突起)を出す細胞に於ても失われない(図4)。Minamitani (1941 b)はこの層を重要視し腋窩ア-汗腺に於て詳しく記載したが、他部位のア-汗腺細胞にも常に存在する(尾曾越 1951, 町野腺: 大田 1950, 睫毛腺)。

PAS 反応を施し核染色した標本で見ると全例に於て腺細胞のこの殻皮層の表面に PAS 反応陽性の薄い縁が認められる。強拡大で観察すると光学顕微鏡で十分見得る構造を持ち、小皮縁や刷子縁と同様に遊離表面に垂直に立つ多数の微細な短い PAS 反応で紅紫色に染まった小桿が密に並列することによって形成された縁である(図1, 2, 3)。併しその厚さは腸上皮や腎尿管主部上皮の同一構造の $1/2$ 乃至 $1/3$ であるから光学顕微鏡では今日まで、その常在が確認されなかったものであろう。Schaffer(1927)は人の腋窩ア-汗腺細胞の表面に強染性顆粒が配列して *körniger Saum* 或は *Knötchensaum* を作るのを認め、図示しているが、恐らく吾々の認めた構造と等しいものであろう。Minamitani は上述の如く既に腋窩ア-汗腺で刷子縁或は小皮縁に類する構造を認めたが、総ての腺細胞に確認することが出来なかった。吾々は 10 例の腋窩皮膚のア-汗腺の総ての腺細胞に恒常

図 3. 腺腔へ凸隆するア-汗腺の円柱形腺細胞の刷子縁と殻皮層。その下に分泌顆粒 (PAS 陽性) がある。腋窩皮膚。Zenker-Formol 固定, PAS-ヘマトキシリン染色。1400×。

Abb. 3. Bürstensaum und Krustenschicht der zylindrischen, ins Drüsenlumen vorgewölbten Drüsenzellen der a-Schweißdrüse. Die PAS-positiven Sekretgranula sind unterhalb der Krustenschicht angehäuft. Achselhaut. ZENKER-Formol, PAS-Hämatoxylin. 1400×.

図 4. アポクリン分泌時のア-汗腺細胞の刷子縁と穀皮層. 分泌突起の表面には欠如する. 腋窩皮膚. Zenker-Formol 固定. PAS-ヘマトキシリン染色. 1400×.

Abb. 4. Das Verhalten des Bürstensaums und der Krustenschicht der α -Schweißdrüsenzellen bei der apokrinen Sekretion. Der Bürstensaum verschwindet auf den Oberflächen der Sekretfortsätze. Achselhaut. ZENKER-Formol, PAS-Hämatoxylin. 1400×.

的に存在するのを確かめた. これは研究方法の改善によるものであって, Minamitani は専ら Heidenhain 氏鉄ヘマトキシリン染色法で染色した標本で観察した. この構造を小皮縁と呼ぶか刷子縁と呼ぶかは学者の主観によって決定さるべきであるが, 吾々はその構造が腸上皮の小皮縁より繊弱な感じを与えることから刷子縁と呼ぶことに賛成である. このア-汗腺細胞の刷子縁がア-分泌に際してどうなるかを観察すると, 腺細胞が分泌突起を出す前に腺腔へ丘形に膨隆するが, その場合には刷子縁はよく保存されている(図3). 併しその表面から分泌突起が出されると, その部分で刷子縁は漸次薄くなって消失し, 分泌突起の表面は薄い原形質膜で被われるが, 刷子縁は欠如する(図4). 最近須永(1955)も人の腎尿管主部上皮の刷子縁が, ア-分泌に際して消失することを報告した.

B. エ-汗腺の腺細胞遊離表面の構造.

人のエ-汗腺の腺上皮は略2列に並ぶ2種類の腺細胞から成り, 表層細胞が腺腔を囲み, 基底細胞は上皮の基底部にかくれ, 腺腔とは細胞間分泌

細管で連絡する。表層細胞はア-分泌を行う等の新らしい事実は伊東によって初めて発見された(伊東 1949 参照)。表層細胞は暗調な細胞であってグリコゲンを持たないが、基底細胞は明調な細胞であってグリコゲンを持つので PAS 反応を施した標本ではグリコゲンが紅紫色に染まり、反対に暗調を呈する(図 5)。最近塚越(1956)は鼠の足底エ-汗腺に於て腺上皮

図 5. エ-汗腺の腺細胞(表層細胞)の刷子縁(↑)。基底細胞はグリコゲンを持つ(暗調)。腋窩皮膚。Zenker-Formol 固定, PAS-ヘマトキシリン染色。1400×。

Abb. 5. Bürstensaum (↑) der Drüsenzellen (Superfizialzellen) der e-Schweißdrüse. Die Basalzellen enthalten reichliches Glykogen (dunkel). ZENKER-Formol, PAS-Hämatoxylin. 1400×.

PAS 反応陽性で、唾液消化によっても反応は消失しない。即ち PAS 反応に対して刷子縁と同じ態度を示すので、分泌顆粒を持つ表層細胞では刷子縁を見分けることが困難である。顕微鏡で認められてもこれを写真にうまくとることが六ヶしい。従って分泌顆粒を持たない腺上皮の部分を選ぶ必要がある(図 5)。図に見る如くエ-汗腺の表層細胞にもア-汗腺の場合の約 1/2 の厚さしかないが、刷子縁が認められる。矢張り PAS 陽性の小桿の並列から成るが、小桿が短い為に点状に見える。塚越の認めた鼠のエ-汗腺のものよりやや薄いように思われる。塚越はア-分泌に際して原形質性突起が出されると、その表面では消失するのを認めたが、人のエ-汗腺ではこれを確かめることが出来なかった。恐らく鼠の場合と同様にア-分

に 2 種の細胞が分かれたれることを報告したが、腺細胞の遊離表面に刷子縁を証明した。吾々も人の腋窩エ-汗腺の腺上皮を PAS 標本に於て注意して観察した結果、これまで見落されていた刷子縁が認められるに到った。上述の如く人のエ-汗腺に於て腺腔に臨むのは殆んど表層細胞の遊離表面のみであって、基底細胞が腺腔に臨むことは極めて少ない。表層細胞にはア-汗腺の腺細胞の如く穀皮層がなく、小分泌顆粒は遊離表面に接して現われる。この分泌顆粒はア-汗腺のものと同様

泌に際し刷子縁の消失があると思われる。基底細胞が稀れではあるが腺腔に臨んだとき、その表面に刷子縁を備えるか否かも確め得なかった。

C. 排泄管上皮の遊離表面の構造.

排泄管の組織学的構造はア-汗腺とエ-汗腺とで異なるところはない。唯エ-汗腺では排泄管が長く、腺管(分泌部)と共に迂曲して腺体(糸球)の形成に与る起始部、腺体から離れて真皮を蛇行しつつ表皮へ進む中部及び表皮の中を螺旋状に走り汗口に達する終末部の3部に分たれるが、ア-汗腺には一般に起始部に相当する部分はなく、終末部は毛包の上皮を貫ぬく。起始部と中部は全く同じ構造を示し、上皮は多くの場合2層で、立方形の内層細胞とそれより扁平な外層細胞である(図6, 7)。管腔を囲む内層細胞の遊離表面に厚くて細胞質との境界が可なり明瞭な微皮層があり、その下界に接して核が存在することは周知のことであるが、これを小皮縁と呼ぶ学者がある。この微皮層の表面にPAS陽性の刷子縁があるのがPAS標本で観察される(図6, 7)。エ-汗腺の表層細胞の場合の如く薄い、それよりは見分け易い、矢張り微細な小桿の並列によって形成されることが光学顕微鏡によって見得る。終末部に於ける所見は腋窩では表皮が薄いので確かめられなかったが、終末部の内層細胞にも刷子縁は存在すると想像される。PAS反応によってグリコゲンが染まるが、排泄管上皮に於けるグリコゲンの出現について意見の一致を見ない(伊東1949参照)。吾々は本研究に於て伊東と大田

図6. 汗腺の排泄管(縦断)上皮細胞(内層細胞)の刷子縁(↑)と微皮層。上皮の外層細胞はこの場合グリコゲンを持っていない。腋窩皮膚。Zenker-Formol固定, PAS-ヘマトキシリン染色。1400×

Abb. 6. Bürstensaum (↑) und Krustenschicht der Epithelzellen (Zellen der inneren Schicht) des Ausführungsgangs (längs geschnitten) der Schweißdrüse. Epithelzellen der äußeren Schicht entbehren in diesem Falle des Glykogens. Achselhaut. ZENKER-Formol, PAS-Hämatoxylin. 1400×

図 7. 汗腺の排泄管(横断)上皮細胞(内層細胞)の刷子縁(↑)と殻皮層。外層細胞はこの場合グリコゲンを持つ(暗調)。腋窩皮膚。Zenker-Formol 固定, PAS-ヘマトキシリン染色。1400×。

Abb. 7. Bürstensaum (↑) und Krustenschicht der Epithelzellen (Zellen der inneren Schicht) des Ausführungsgangs (quer geschnitten) der Schweißdrüse. Epithelzellen der äußeren Schicht führen das Glykogen (dunkel). Achselhaut. ZENKER-Formol, PAS-Hämatoxylin. 1400×.

めて報告された。上皮は2層で内層細胞は円柱形で屢々ア-分泌像を示し、外層をなすのは1部は腺管の如く平滑筋細胞(筋上皮)で、1部は排泄管の外層細胞である。この円柱形の内層細胞の遊離表面にも矢張り腺上皮の如く薄い刷子縁のあることが証明された(図8)。

III. 総 括.

10例の腋窩皮膚のア-汗腺とエ-汗腺を過沃酸-Schiff 反応で染めた標本で観察した結果、汗腺の上皮細胞の腔に向う遊離表面には常に刷子縁が存在することが証明された。ア-汗腺の腺細胞と両種汗腺の排泄管上皮内層細胞とに於ては殻皮膚の表面を被っている。ア-汗腺の腺細胞に於て最も厚く、エ-汗腺の腺細胞及び両種汗腺の排泄管上皮細胞に於ては薄い、ア-分泌に際しては分泌突起の表面に於て消失する。刷子縁や小皮縁の存在を上皮細胞の吸収機能と結びつけて考える学者もあるが、汗腺の上皮細胞に於ける刷子縁の意義は不明である。微細構造の観察は電子顕微鏡によ

(1949)の如くグリコゲンを持つのは外層細胞のみであることを確かめたが、同一切片に於いても排泄管によって外層細胞にグリコゲンの証明されるものがあり(図7)又されないもの(図6)もある。又同一排泄管でも部位によって外層細胞のグリコゲンがあったりなかったりすることを知った。即ち外層細胞のグリコゲン含有は非常に不定である。これが学者の見解の相異を招来した原因の1であると思われる。

腺管(分泌部)と排泄管との間に特別な短い移行部があることが伊東と円乗(1949)によって初

図 8. エ-汗腺排泄管の所謂移行部の横断. 円柱形上皮細胞は刷子縁(↑)を持つ. 腋窩皮膚. Zenker-Formol 固定, PAS-ヘマトキシリン染色. 1400×.

Abb. 8. Querschnitt des sog. Übergangsteils des Ausführungsgangs der e-Schweißdrüse. Die zylindrischen Epithelzellen sind mit einem dünnen Bürstensaum(↑) versehen. Achselhaut. ZENKER-Formol, PAS-Hämatoxylin. 1400×.

ってなされなければならないが, 光学顕微鏡によってその存在を証明しておくことは意義なしとしない.

Autoreferat.

Bei 10 Fällen von frischen Achselhäuten, die von gesunden Erwachsenen genommen waren, wurden die Schweißdrüsen in den mit ZENKER-Formol fixierten und mit Überjodsäure-SCHIFF'scher Reaktion (PAS) gefärbten Präparaten beobachtet. Dabei wurde festgestellt, daß die Epithelzellen sowohl der apokrinen Schweißdrüsen als auch der ekkrinen immer mit einem Bürstensaum versehen sind, welcher wie bekannt PAS-positiv ist und in den mit PAS gefärbten Präparaten ausgezeichnet hervortritt. Er ist an den Drüsenzellen der a-Schweißdrüsen am dicksten und bekleidet die freie Oberfläche der homogenen Krustenschicht, welche die superfizialste Plasmazone der a-Schweißdrüsenzellen einzunehmen pflegt. Bei der apokrinen Sekretion verschwindet er auf der Oberfläche der Sekretfortsätze. Bei dem Drüsenepithel der e-Schweißdrüsen finden wir auf der freien Oberfläche der Superfizialzellen, welche ausschließlich das Drüsenlumen begrenzen, einen sehr dünnen Bürstensaum. Das Epithel des Ausführungs-

gangs sowohl der e- als auch der a-Schweißdrüsen besitzt auch einen dünnen Bürstensaum, der auf der freien Oberfläche der Epithelzellen der inneren Schicht des Epithels bekleidet, wo wie bei den Drüsenzellen der a-Schweißdrüse eine gut ausgeprägte Krustenschicht vorhanden ist. Der Bürstensaum und Kutikularsaum stellen die metaplasmatischen Strukturen auf der Oberfläche der Epithelzellen dar, die von Autoren oft für eine mit der Resorptionstätigkeit der Epithelzellen abhängige Oberflächenvorrichtung gehalten werden, aber bei den Schweißdrüsen ist die funktionelle Bedeutung des Bürstensaums der Epithelzellen unbekannt.

文 献.

- Bargmann, W.:** Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. 1. Aufl. Bd. 1. S. 68. Stuttgart, G. Thieme, 1948. — **Brinkmann, A.:** Die Hautdrüsen der Säugetiere. Erg. Anat. 20 (1911). S. 1173—1231. — **Hoepke, H.:** Die Haut. Die Drüsen der Haut. Möllendorffs Handbuch d. mikr. Anat. d. Menschen. Bd. 3, Tl. 1. 1927. S. 55—66. — **伊東俊夫:** 汗腺の組織学と細胞学. 医学の進歩, 輯 6. 1949. 頁106—221. — **伊東俊夫と大田隆子:** 汗腺のグリコゲンに関する知見補遺. 生体の科学 1 (1949). 頁 146—148. — **伊東俊夫と円桑 幸:** 汗腺排泄管の細胞学的研究. 1. 腺管と排泄管との移行部の研究. 特にそのアポクリン性分泌に就て. 生体の科学. 1 (1949). 頁 69—73. — **Kishi, K.:** Anatomie des Ohres der Japaner. Die Drüsen des äußeren Gehörgangs. Arch. Ohr- usw. Hk. 70 (1907). S. 205—210. — **Maximow, A.:** Textbook of histology. 1. Ed. Philadelphia, W. B. Saunders, 1930. P. 38. — **Minamitani, K.:** Zytologische und histologische Untersuchungen der Schweißdrüsen in menschlicher Achselhaut. Über das Vorkommen der besonderen Formen der apokrinen und ekkrinen Schweißdrüsen etc. Okajimas Fol. anat. jap. 20 (1941 a). S. 563—590. — Zytologische und histologische Untersuchungen der Schweißdrüsen in menschlicher Achselhaut. Zur Zytologie der apokrinen Schweißdrüsen etc. Okajimas Fol. anat. jap. 21 (1941 b). S. 61—94. — **Mislawsky, A. N.:** Zur Lehre von der sog. blasenförmigen Sekretion. Arch. mikr. Anat. 73 (1909). S. 681—698. — **長島次男:** 本邦人の耳聾腺及び耳聾特に腋臭症との関係に就て. 皮尿雑誌. 36 (1934). 頁690—704. — **Odor, D. L.:** Observations of the rat mesothelium with the electron and phase microscopes. Amer. J. Anat. 95 (1954). P. 433—463. — **尾曾越 秀:** 耳聾腺 (耳道腺) の細胞学的研究. 日組録. 2 (1951). 頁 153—173. — **大田隆子:** 睫毛腺 (モル氏腺) の細胞学的研究. 日新医学. 37 (1950). 頁 174—179. — **Schaffer, J.:** Das Epithelgewebe. Möllendorffs Handbuch d. mikr. Anat. d. Menschen. Bd. 2. Tl. 1. 1927. S. 1—231. — **Schulz, H.:** Elektronenoptische Untersuchungen der normalen Lunge und der Lunge bei Mitralstenose. Virchows Arch. 328 (1956). S. 582—604. — **須永吉郎:** 人の腎小体及び尿管主部の細胞学的研究. I. 尿管主部上皮の細胞学的研究. 日組録. 8 (1955). 頁 195—215. — **田所喜久馬:** 本邦人耳聾腺の組織学的研究. 東京医学誌. 23 (1909). 頁 890—895. — **立花押尾:** 人体及び猿類に於ける肛門周囲の諸腺特に独立皮脂腺. 解剖誌. 9 (1936). 頁 237—294. — **塚越 昇:** 動物のエックリン汗腺の細胞学的研究. 鼠の足底エ-汗腺に就て. 日組録. 9 (1955). 頁 313—341. — **Way, S. C. a. A. Memmesheimer:** The sudoriparous glands. II. The

apocrine glands. Arch. Derm. 38 (1938). P. 373—382. — 山田英智 : 上皮細胞表面の分化. 解剖誌, 31 (1956), 61. 日本解剖学会総会記録, 頁 143. — 吉弘一郎 : 外聴道皮膚の組織学的研究. 皮膚科性病科雑誌, 52 (1942), 頁19—41.