

犬の汗腺の機能組織学的研究 : I. 正常な状態におけるapocrine汗腺の組織細胞学的観察

高原, 斉
九州大学農学部畜産学教室

加藤, 嘉太郎
九州大学農学部畜産学教室

<https://doi.org/10.15017/22939>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 21 (4), pp.329-333, 1965-05. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :



犬の汗腺の機能組織学的研究

I. 正常な状態における apocrine 汗腺の組織細胞学的観察

高 原 齊・加藤嘉太郎

Functional histology of the sweat gland of the dog.

I. Histological and cytological observations of the normal apocrine sweat gland.

Hitoshi Takahara and Yoshitaro Kato

緒 言

家畜の皮膚は外界に対する身体の保護とともにその健康状態を示すものとして重要な器官であり、皮膚に附属する汗腺はその一役を担うもの——体温調節機能や老廃物排泄作用——と考えられている。犬は汗をかかないといわれているが、この動物の汗腺は Gurli (1835) がはじめて観察し、その後多くの研究者により追試されてその存在が明らかになった。しかし、形態学的に汗腺を認めてもそれらが生理学的に機能を有するか否かは別問題である。従来、犬の汗腺は生理学的に機能がなく、体温調節機能は主に口腔粘膜から水分の蒸発熱を利用して行なわれるといわれている。

Schiefferdecker (1922) は哺乳類の汗腺をその分泌型式から離出分泌型汗腺 (apocrine 汗腺) と漏出分泌型汗腺 (eccrine 汗腺) に分類した。犬は体表有毛部に apocrine 汗腺を、指趾端の肉球皮下に eccrine 汗腺を有する。著者らはこれらの汗腺が機能汗腺であるか否かを追求し、その生理機構を解明しようと試みた。そこで、まず第 I 報として apocrine 汗腺について報告する。

材料および方法

使用した材料は Table 1 に示すように 21 頭の健康な犬を用い、体表 15 部位すなわち顔、頸上縁、第 3 胸椎上縁(き甲部)、背、腰、頰、側腹、下腹、尾根背側、大腿外側、前腕内側、同外側、下腿内側、同外側および肛門周囲の各部位の皮膚を採取した。固定は 10% formalin, Bouin, Zenker-formol, Regaud, Champy Carnoy および Gendre の各固定液を使用。常法により 6~8μ の celloidin-paraffin 切片を作り、組織学

Table 1. Materials used in this study.

No.	Species	Sex	Age (year)	B. W. (kg)	B. L. (cm)
1	Mongrel	♂	0.1	2.6	23
2	"	♂	0.15	3.8	26
3	"	♀	0.2	5.1	32
4	"	♀	1	6.1	38
5	"	♀	1	6.8	39
6	"	♂	1	10.0	49
7	Cocker spaniel	♂	1	8.8	45
8	Setter	♂	1	8.2	42
9	Mongrel	♀	1.2	7.5	39
10	"	♀	1.3	13.0	45
11	"	♀	1.8	9.3	42
12	"	♂	2	10.8	47
13	Doberman	♂	2	12.8	51
14	Mongrel	♀	3	9.8	43
15	"	♂	4.5	13.7	57
16	Pointer	♀	5	8.2	48
17	Mongrel	♀	6	10.0	42
18	"	♀	6	9.6	41
19	"	♂	7	14.5	51
20	Shepherd	♀	7	14.0	60
21	Mongrel	♀	9.5	7.4	45

B. W.: body weight, B. L.: body length.

的観察には H-E, Heidenhain's iron hematoxylin, Giemsa および Da Fano による渡銀染色、グリコーゲンの検出には PAS (McManus 法) および Best の carmine 染色、粘液多糖類染色には toluidin blue, alcian blue 8 GS および Mayer's mucicarmine 染色、脂肪染色には Sudan black B および osmium 染色を行なつて観察した。計測には micrometer を使用、30 回計測の平均値を各部位の代表値とした。

観 察

組織学的観察

犬の apocrine 汗腺は採取した全ての部位で観察された (Plate 17-Fig. 1)。元来、apocrine 汗腺は毛と密接な関係を有するが、犬の毛生は 1 毛群 3 毛束であ

るため一般に apocrine 汗腺は各毛束の主毛に 1 コ附属する。しかし、部位によつては主毛がしばしば apocrine 汗腺を欠くので、被毛数に対する apocrine 汗腺の数は非常に少ない (Plate 17-Fig. 2)。

犬の apocrine 汗腺は通常管状単一腺で腺部と導管からなる。腺部は内側より単層上皮細胞、筋上皮細胞、基底膜および結合組織鞘で構成される。また、これらの腺部は組織発生的に種々の発達段階のものを区別することができる。もつとも原始的な汗腺は腺部が棍棒状で直線的であるが、良く発達した汗腺は腺部が脂肪組織内に侵入し糸球状に迂曲する。中間型も多数観察したが、著者らはこれらを大きく I 型、II 型および

III 型の 3 つに分類した。I 型は迂曲が非常に少なく、腺部は棍棒状またはへちまのような形をしている (Plate 17-Fig. 3)。II 型は迂曲のかかなりある巻貝のような形をした腺部を有する (Plate 17-Fig. 4)。III 型は迂曲がはなはだしくて糸球状腺部を形成し、腺部そのものの形は eccrine 汗腺に似た感がある (Plate 17-Fig. 5)。この中で II 型がもつとも多く、主に背側および尾根部の皮膚に存在し、I 型は前後肢外側、III 型は下腹部に比較的多い傾向がみられる (Fig. 1)。また、著者らはごく小数例であるが、わずかに分岐する腺部を観察した (Plate 17-Fig. 6)。

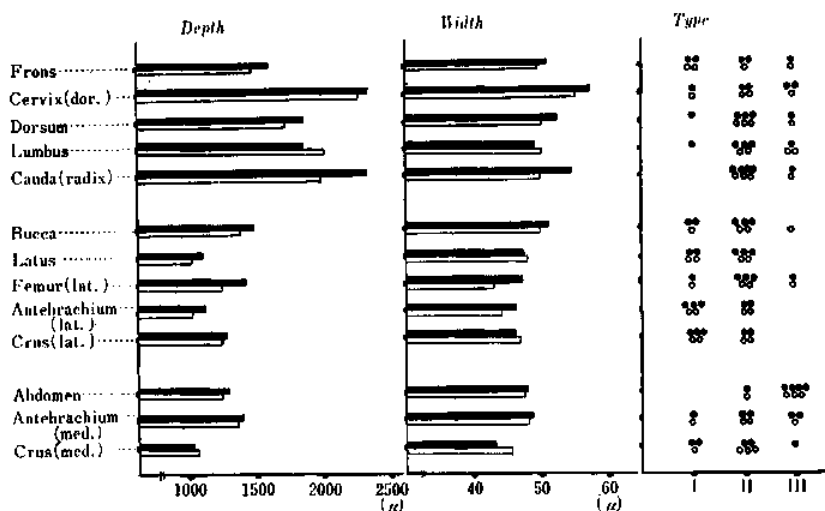


Fig. 1. Differences of depth, width and type in the apocrine sweat gland at various parts of the body in the dog.
dor.: dorsalis, lat.: lateralis, med.: medialis, black: ♂, white: ♀.

導管は 2 層の上皮細胞からなり、腺部に比較するとかなり短い。腺部からの移行はゆるやかに行なわれるが、腺部の機能相によりしばしば変化する。Montagna (1953) は人の apocrine 汗腺導管がこの腺部からの移行部で 1 回転することを報告したが、犬の apocrine 汗腺導管は回転することなく直線的に毛包に平行して進み、脂腺開口の直上部で毛包に開口する。

細胞学的観察

犬の apocrine 汗腺腺部の腺細胞はその機能相により種々の形態学的変化を示す。著者らはこれらを分泌期、休止期および蓄積期の 3 期に分類して観察した。腺細胞の機能相は体表の部位によつて異なり、また同一腺体内でも種々の機能相を呈する。

分泌期の腺細胞は円柱上皮で細胞の遊離縁では小皮縁が消失し、さかんな分泌像が観察される。著者らはこの分泌型式を 2 型に分類した。1 つは典型的離出分泌型で、遊離端の細胞質が腺腔に突出し、その一部とともに分泌物を腺腔内に放出する (Plate 18-Fig. 1)。他の 1 つはやや漏出分泌型に似て膨出した遊離縁の細胞膜が破れ、液状の分泌物を腺腔内に流出する (Plate 18-Fig. 2)。後者の場合、細胞質の損失はみられない。分泌期の腺細胞内には多くの分泌顆粒が存在する。特に核周辺部および核上部に多く、遊離端では消失する。大部分の分泌顆粒は PAS 陽性で diastase にほとんど消化されない非グリコーゲン PAS 陽性物質(以下本物質を SPDR と略称する)である。このような

腺細胞内の SPDR 顆粒は pH 7.0 および 4.1 に調整した toluidin blue 染色で異染性を示すが (Plate 18-Fig. 3), pH 2.5 の同染色液および alcian blue 8GS に染色されない。Mayer's mucicarmine には強く染色される。腺細胞内にはこれらの SPDR 顆粒のほか osmium に黒染する脂肪および類脂肪小滴も多量に含む (Plate 18-Fig. 4)。核は大きく円型～楕円型で基底側に位置し、1～2 コの明瞭な核小体を有する。この時期の腺腔は円柱上皮細胞の膨出によつて非常に小さくなり、分泌後期には腺腔内にしばしば分泌物の残存を観察した。また、筋上皮細胞は休止期のそれに比較して非常に肥厚する。

休止期の腺細胞は扁平上皮で遊離縁には良く発達した小皮縁がみられ、腺腔側は平滑で離出分泌像は観察されない (Plate 18-Fig. 5)。腺細胞は SPDR 顆粒および脂肪小滴をわずかに含むが、全体的に分泌顆粒は少なく細胞質が明るい。核は円型～扁平では細胞の中央部に位置し、しばしば不正形の Heidenhain's iron hematoxylin に濃染する核を観察した。

蓄積期の腺細胞は立方～円柱上皮で、細胞質がわずかに腺腔に膨出するが離出分泌像は観察されない (Plate 18-Fig. 6)。小皮縁は発達が悪く、部分的に消失するのを観察した。SPDR 顆粒および脂肪小滴も次第に回復して、核周辺部に比較的多く観察することができる (Plate 18-Fig. 7)。核は大きく明るく、円型～楕円型で 1～2 コの明瞭な核小体を有する。

導管の上皮細胞は表層細胞と基底細胞に分けられる。表層細胞は遊離縁に小皮縁を有するが、人の apocrine 汗腺導管に比較するとかなり発達が悪い (Plate 18-Fig. 8)。開口部に近づくとき次第に角化する。基底細胞は前者に比較するとやや大きく、toluidin blue に染色される細胞質顆粒を多く含む。しかし、本細胞は開口部に近づくときケラトヒアリン顆粒を含む。

肛門周囲には非常に良く発達した脂腺および汗腺の変形腺がみられる。汗腺は apocrine 汗腺の変形腺で、導管および腺部からなる。導管は非常に短く、その構造は他の apocrine 汗腺導管と同じ構造である。腺部の構造は一般の apocrine 汗腺の組織学的構造とは非常に異なり、密な分泌管状腺体を形成する。腺上皮は単層の立方上皮であるが、しばしば 2 層の立方上皮からなるのを観察した。腺細胞には明調細胞と暗調細胞の 2 種類がある。それらは Heidenhain's iron hematoxylin 染色で明瞭に識別される (Plate 18-Fig. 9)。腺細胞は明調細胞が大部分を占め、暗調細胞は非常に少なく、わずかに腺腔側に観察することができる。腺

細胞の機能的変化は他の apocrine 汗腺ほど明らかでないが、腺腔の拡大や細胞質顆粒の減少などにより識別される。離出分泌は暗調細胞でしばしば観察されるが、多くの細胞 (明調細胞) は離出分泌を行なう。

考 察

汗腺は哺乳類ではじめて出現する皮膚腺の 1 つで発生学的には外胚葉起源であり、apocrine 汗腺は毛包から 2 次的に、eccrine 汗腺は表皮から直接発生する。犬の apocrine 汗腺は体表有毛部に観察されるが、その数は被毛数に比較して非常に少なく、おのおのの腺体の発達も人や馬の apocrine 汗腺のそれに比較すると非常に悪い。著者らが分類した犬の apocrine 汗腺型は汗腺腺部の個体発生の各段階を示すもので、I～II 型は人や馬の apocrine 汗腺の発生初期のものに相当する。Bau (1934) は狎 (チン) の体表にある汗腺を組織学的に観察したが、それらは著者らの分類によるとすべて I～II 型の apocrine 汗腺に相当する。しかし、I～II 型の apocrine 汗腺といえどもその腺細胞は種々の機能相を示すので、組織細胞学的には明らかに機能汗腺である。著者らは犬の apocrine 汗腺が機能を有しないといわれる原因は主として被毛密度に対する汗腺の分布密度が小さく、腺部の発達が悪いことによるものと推察する。

Aoki ら (1951) は温熱刺激および発汗剤注射により体表からの発汗現象を観察し、犬の apocrine 汗腺が機能を有することを報告した。Lovell ら (1957) も犬の汗腺を apocrine 汗腺と merocrine 汗腺に分類し、それらが機能を有することを報告している。しかし、これらの報告は主に実験生理学的観察に基づくもので、組織細胞学的観察については不充分である。Minamitani (1941) は人の apocrine 汗腺で活動期の腺細胞が円柱上皮からなり、休止期のそれは扁平上皮からなることを報告した。犬の apocrine 汗腺では Aoki (1955) および Nielsen (1953) が Minamitani と同様のことを報告したが、Roy (1954) は犬の apocrine 汗腺で逆に休止期の汗腺が円柱上皮を有することを報告している。著者らは腺細胞の細胞学的変化から 3 つの機能的段階を区別したが、その間に移行がみられることからそれらは 1 つの機能的循環系の中にあるものと推察する。

Minamitani (1941) は人の apocrine 汗腺の分泌型式を 3 型に分類した。著者らも犬の apocrine 汗腺で同様の分泌型式を観察することができた。ただし、Minamitani は典型的離出分泌型をさらにその放出す

る分泌物の染色性の有無により 2 型に分類したが、犬では明瞭に区別することができず、著者らはそれらを 1 つに包括した。犬における 2 つの分泌型式は 1 つの機能的循環系の中で移行するのか、あるいは異なる機能を有する腺細胞を示すのか現在では明らかでない。

Ato (1961) は牛の apocrine 汗腺細胞内で粘液蛋白および脂肪を検出したが、本物質は犬の apocrine 汗腺でも認められる。犬の apocrine 汗腺細胞内の SPDR 顆粒は alcian blue 8GS, Mayer's mucicarmine の染色性および toluidin blue の異染色性から中性粘液多糖類または粘液蛋白であることが推察される。また、多くの osmium に黒染する粗大顆粒は脂肪または類脂肪顆粒であり、いずれも分泌に際し多量に放出されるものと思われる。

導管の組織細胞学的構造は人や他の動物の apocrine 汗腺導管の構造と同じである。Munger ら (1961) は人の eccrine 汗腺導管でその上皮細胞に再吸収能力があることを報告したが、犬の apocrine 汗腺導管ではまだ明らかでない。しかし、人の apocrine 汗腺導管と比較すると犬のそれは非常に短く、表層細胞の小皮縁の発達が悪いので、機能的にもやや異なるものと推察する。

犬の肛門周囲の皮膚腺は apocrine 汗腺および脂腺の変形腺によつて構成され、古くから肛門周囲腺として知られている。著者らが観察した apocrine 汗腺の変形腺の組織細胞学的構造は伊東ら (1956) のいう異型 (混合) 汗腺の組織細胞学的構造に一致する。伊東らによると異型汗腺は apocrine 汗腺から eccrine 汗腺への移行型の汗腺であるといわれる。また、この異型汗腺は人の肛門周囲や鼻翼皮膚にみられるが、Ito ら (1961) や Kurosumi ら (1963) は馬の apocrine 汗腺で、阿藤 (1958) は牛の肛門周囲の apocrine 汗腺で同様に異型汗腺を観察している。著者らは犬の肛門周囲にある apocrine 汗腺の変形腺も異型汗腺に属するもので、eccrine 汗腺への移行型を示すものであると推察する。

総 括

犬の apocrine 汗腺の構造と機能について組織細胞学的に研究し、次のような結果を得た。

1) 犬の apocrine 汗腺は体表有毛部に観察されるが、著者らは腺部の発達段階からそれらを I 型、II 型および III 型の 3 型に分類した。I 型はもつとも原始的な型で棍棒状の腺体を有するが、II 型は迂曲のかなりある巻貝のような形をした腺体を有する。III 型は迂曲がはなはだしい糸球状腺体を有するもつともよく発達

した型である。それらの腺細胞はすべて機能を有すると思われる形態学的変化を観察することができた。

2) Apocrine 汗腺の分泌現象にともなう腺細胞の機能的変化は分泌期、休止期および蓄積期に分けられる。それらは 1 つの機能的循環を持つもので、その中で順次移行するものと推察する。

3) Apocrine 汗腺細胞の分泌方法は分泌物を細胞質の一部とともに腺腔内に放出する型式と、分泌液のみを遊離端から流出させる型式がある。この apocrine 汗腺の場合、前者は典型的な離出分泌であるが、後者はやや漏出分泌に近い。

4) Apocrine 汗腺細胞は中性粘液多糖類または粘液蛋白および脂肪小滴などを多量に含有する。

5) 犬の apocrine 汗腺導管の構造は人の apocrine 汗腺導管のそれと基本的に同じ構造であるが、両者を比較すると犬の方が短く、表層細胞腺腔側の小皮縁の発達が悪いものと推察する。

6) 犬の肛門周囲の皮膚腺の中には apocrine 汗腺からの変形腺があるが、それらは牛や人でみられる apocrine 汗腺と eccrine 汗腺の中間型の汗腺と同じ組織細胞学的構造を示す。

文 献

- 1) Aoki, T. and M. Wada, 1951. Science, **114**: 123-124.
- 2) Aoki, T., 1955. J. Invest. Dermatol., **24**(5): 545-556.
- 3) 阿藤紀夫, 1958. 解剖学雑誌, **34**(1): 64.
- 4) Ato, N., 1961. Okajimas Fol. anat. Jap., **36**: 429-453.
- 5) Bau-Kien-Tsing, 1934. Acta Anat. Nippon., **7**: 15-19.
- 6) Gurli, E. F., 1835. Arch. Anat. u. Physiol., 399-418. (cited from 1)
- 7) 伊東俊夫・成田安弘・角田公男・新藤勝己, 1956. 日組録, **10**: 381-398.
- 8) Ito, T., H. Aoki and Y. Takahashi, 1961. Arch. histol. jap., **21**: 199-220.
- 9) Kurosumi, K., T. Matsuzawa and K. Saito, 1963. Arch. histol. jap., **23**: 295-310.
- 10) Lovell, J. E. and R. Getty, 1957. Amer. J. Vet. Res., **18**: 873-885.
- 11) Minamitani, K., 1941. Okajimas Fol. anat. Jap., **20**: 563-590.
- 12) Minamitani, K., 1941. Ibid., **21**: 61-94.
- 13) Montagna, W., H. B. Chase and W. C. Lobitz, 1953. Amer. J. Anat., **92**: 451-470.
- 14) Munger, B. L. and S. W. Brusilow, 1961. J.

- B. B. C., 11: 403-417. 51-54.
15) Nielsen, S. W., 1953. Amer. J. Vet. Res., 14: 443-454. 17) Schiefferdecker, P., 1922. Zoologica, 72: 1-154.
16) Roy, W. E., 1954. J. Am. Vet. M. A., 124:

Résumé

Histological and cytological observations have been undertaken to investigate the structure and function of the apocrine sweat gland in the dog. The results obtained are as follows;

1) Many apocrine sweat glands are found in any parts of hairy skin in the dog. From the developmental stages of these secretory tubules we classified them into three types, namely, type I, II and III. The first one has a primitive club shaped secretory tubule, the second one has a tortuous undulating tubule and the last one has a glomerular tubule.

2) From the point of the functional phases of the gland we divided them into three stages, namely, secreting, resting and accumulating stages. They may be supposed to change each other in one functional cycle.

3) There are two types of secretion in secretory cells. One is the typical apocrine secretion, and the other resembles to the eccrine type.

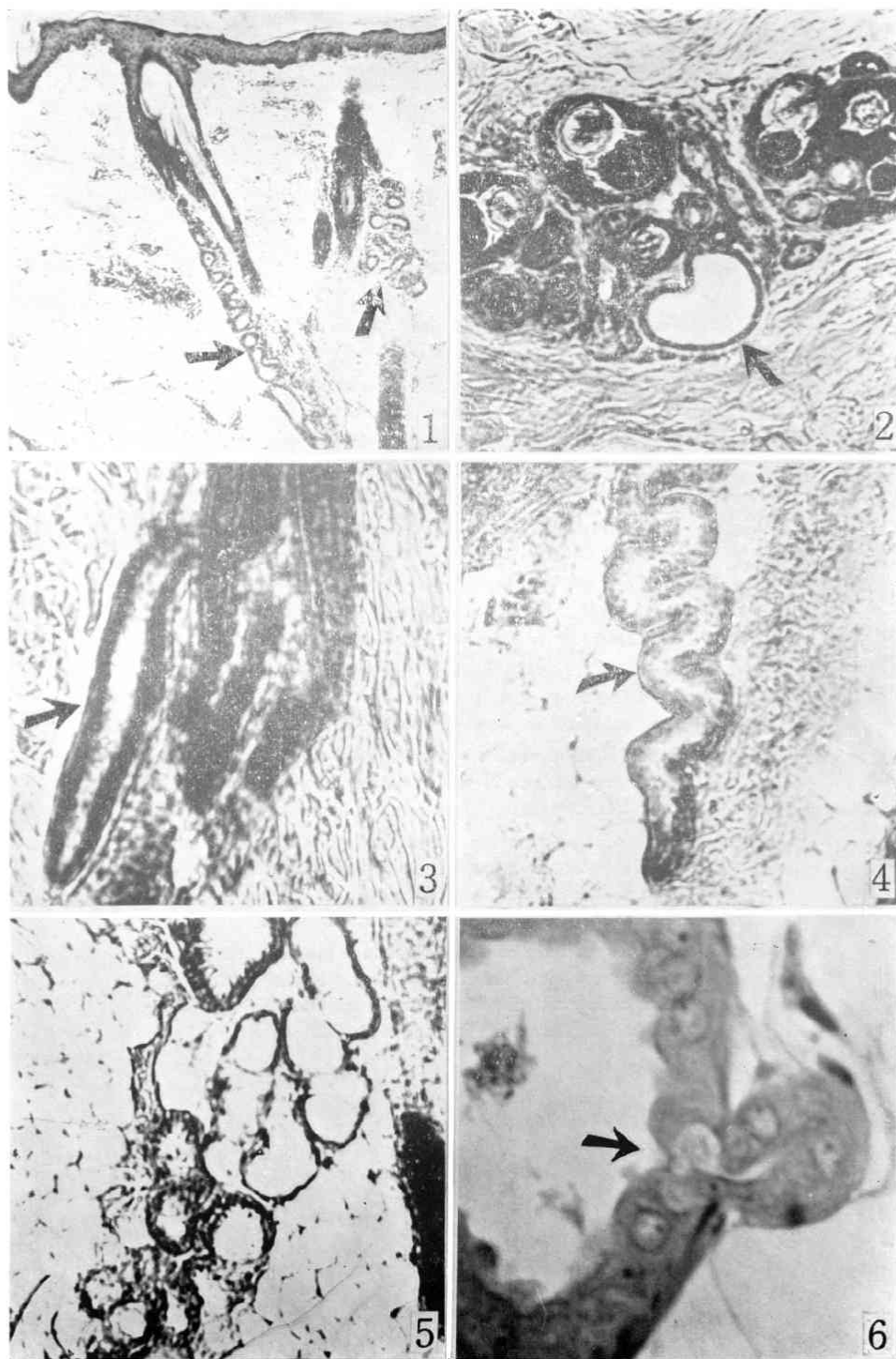
4) Secretory cells of apocrine sweat glands contain a large amount of neutral mucopolysaccharides or mucoproteins, and also contain lipid droplets.

5) Ductal part of the gland of the dog is structurally identical with man's. But, the former is smaller and shorter than the latter. Moreover, cuticular border of the surface epithelium of the duct is poorly developed in the dog.

6) Modified glands transformed from the apocrine sweat glands are found in the circumanal region. Histological and cytological structure of these glands are identical with the circumanal glands observed in the cow and man. It may be supposed that these glands are intermediate type between the apocrine and eccrine sweat glands.

Explanation of Plate 17

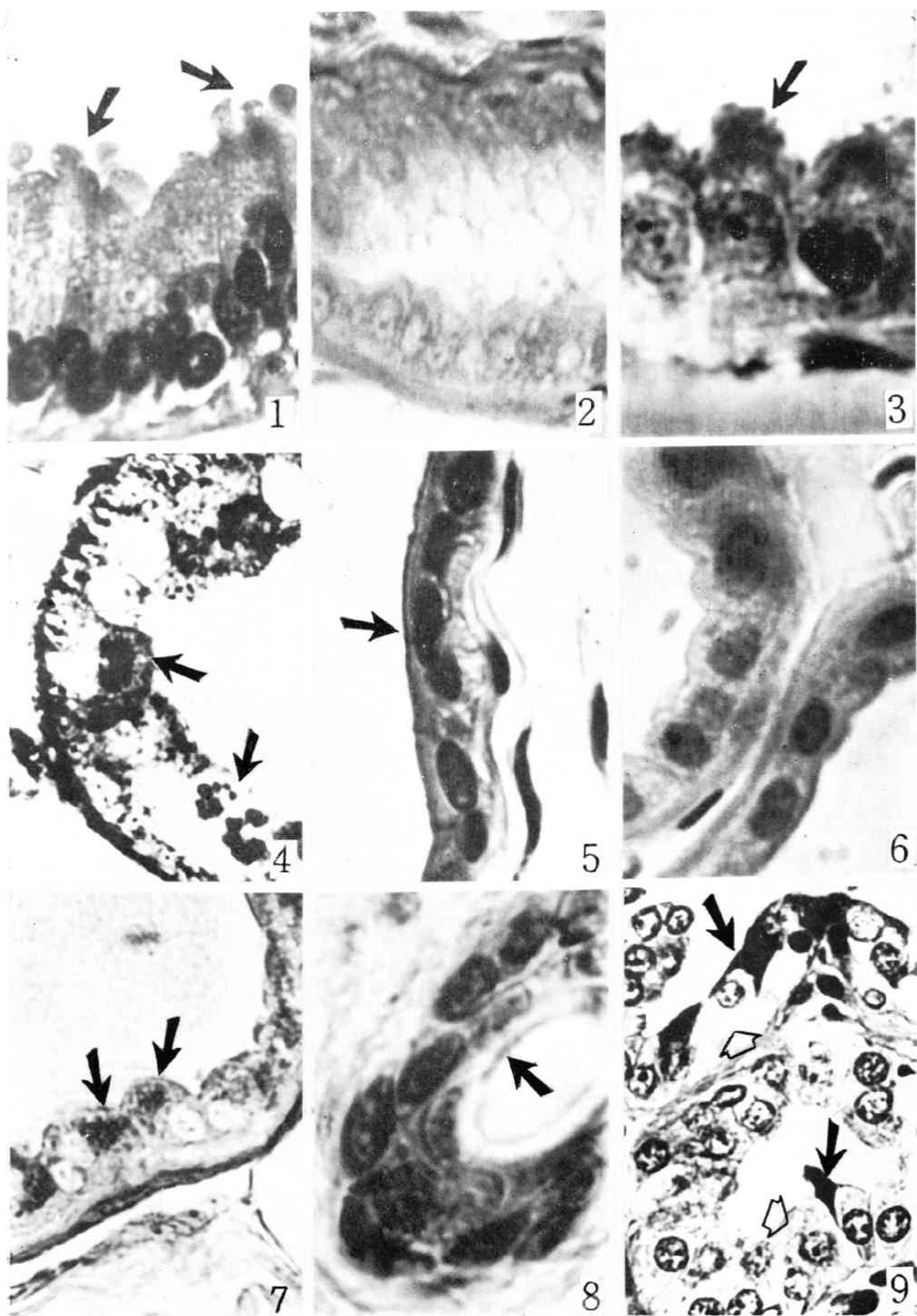
- Fig. 1. Apocrine sweat gland in the skin of abdomen (arrows). H-E stain. $\times 40$.
- Fig. 2. Relation of hair group and the apocrine sweat gland. One hair group has a gland only belonged to the central stem hair (arrow). Horizontal section. H-E stain $\times 100$.
- Fig. 3. Type I. The gland has a straight secretory tubule (arrow). H-E stain. $\times 100$.
- Fig. 4. Type II. The gland has a tortuous undulating secretory tubule (arrow). H-E stain. $\times 100$.
- Fig. 5. Type III. The gland has a coiled glomerular secretory tubule. H-E stain. $\times 100$.
- Fig. 6. Branched secretory tubule in the skin of cervix (arrow). Heidenhain's iron hematoxylin stain. $\times 400$.



犬の汗腺の機能組織学的研究 (I)

Explanation of Plate 18

- Fig. 1. Secretory cells showing the typical apocrine secretion (arrows). H-E stain. $\times 400$.
- Fig. 2. Epithelial cells discharged watery secretion into the lumen. Heidenhain's iron hematoxylin stain. $\times 400$.
- Fig. 3. Secretory cells which contain a large amount of meta-chromatic granules colored with toluidin blue buffered to pH 7.0 (arrow). Toluidin blue stain. $\times 600$.
- Fig. 4. Lipid droplets in the apocrine secretory tubule (arrows). Osmium stain. $\times 600$.
- Fig. 5. Flat epithelial cells of the apocrine tubule in resting stage. Free border of the cell is differentiated into a cuticular border (arrow). H-E stain. $\times 400$.
- Fig. 6. Cuboidal epithelial cells of the apocrine tubule in accumulating stage. A large amount of secretory granules are contained in the cytoplasm. H-E stain. $\times 400$.
- Fig. 7. Cuboidal cells which contain PAS positive substance above the nucleus in the apocrine tubule (arrows). PAS stain after diastase digestion. $\times 400$.
- Fig. 8. Duct of the apocrine sweat gland. The duct has a double layer of cuboidal cells lining the lumen. Cuticular borders are well developed in the free border of surface cells (arrow). H-E stain $\times 600$.
- Fig. 9. Secretory tubule of the circumanal gland. Several dark cells are seen at the luminal part. Black arrows show dark cells and white arrows show clear cells. Heidenhain's iron hematoxylin stain. $\times 400$.



犬の汗腺の機能組織学的研究 (I)