

犬の汗腺の機能組織学的研究：II. 正常な状態におけるeccrine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/10.15017/22940>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 21 (4), pp.335-339, 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

II. 正常な状態における eccrine 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.

II. Histological and cytological observations of the normal eccrine sweat gland.

Hitoshi Takahara and Yoshitaro Kato

緒 言

犬の汗腺に関する研究は Gurlt (1835) の報告以来、多くの研究報告があるが、それらの大部分は apocrine 汗腺と eccrine 汗腺の区別が明瞭でない。しかし、犬の指趾端の肉球皮下によく発達した汗腺があることは Ellenberger ら (1926) や Sisson ら (1958) の成書にも記載されているようによく知られている事実である。塚越 (1951) はそれらが人の eccrine 汗腺に近い組織学的構造をもっていることを明らかにしたが、Nielsen (1953) はそれらを merocrine 汗腺と呼んで他の apocrine 汗腺と区別している。

Montagna (1956) は人の eccrine 汗腺の腺上皮に2種類の腺細胞があることを報告し、Lee (1960) はそれらの2種類の腺細胞がそれぞれ異なる含有物を有するので、生理学的に独自の機能を有すると報告した。犬の eccrine 汗腺の組織細胞学的研究はわずかに塚越の報告があるのみで、その機能については全く知られていない。

著者らは第I報で正常な状態における犬の apocrine 汗腺の組織細胞学的観察を行ない、それらが機能汗腺であることを明らかにしたが、本研究では同様に eccrine 汗腺について観察したので、第II報として報告する。

材料および方法

使用した材料は Table 1 に示すように26頭の健康な犬を用い、体表5部位すなわち鼻鏡、唇、乳頭、陰唇および指趾端の肉球の各部位の皮膚を採取した。固定は10% formalin, Bouin, Zenker-formol, Regaud,

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 | " | ♂ | 0.1 | 5.0 | 27 |
| 3 | " | ♂ | 0.15 | 3.8 | 26 |
| 4 | " | ♀ | 0.2 | 5.1 | 32 |
| 5 | " | ♀ | 1 | 6.1 | 38 |
| 6 | " | ♀ | 1 | 6.8 | 39 |
| 7 | " | ♀ | 1 | 9.0 | 47 |
| 8 | " | ♂ | 1 | 10.0 | 49 |
| 9 | Cocker spaniel | ♂ | 1 | 8.8 | 45 |
| 10 | Setter | ♂ | 1 | 8.2 | 42 |
| 11 | Mongrel | ♀ | 1.2 | 7.5 | 39 |
| 12 | " | ♀ | 1.3 | 13.0 | 45 |
| 13 | " | ♀ | 1.5 | 9.7 | 47 |
| 14 | " | ♀ | 1.8 | 9.3 | 42 |
| 15 | " | ♂ | 2 | 10.8 | 47 |
| 16 | Doberman | ♂ | 2 | 12.8 | 51 |
| 17 | Mongrel | ♀ | 3 | 9.8 | 43 |
| 18 | Sheperd | ♀ | 4 | 20.0 | 96 |
| 19 | Mongrel | ♂ | 4 | 7.5 | 42 |
| 20 | " | ♂ | 4.5 | 13.7 | 57 |
| 21 | Pointer | ♀ | 5 | 8.2 | 48 |
| 22 | Mongrel | ♀ | 6 | 10.0 | 42 |
| 23 | " | ♀ | 6 | 9.6 | 41 |
| 24 | " | ♂ | 7 | 14.5 | 51 |
| 25 | Shepherd | ♀ | 7 | 14.0 | 60 |
| 26 | Mongrel | ♀ | 9.5 | 7.4 | 45 |

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

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 8GS 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。

観 察

組織学的観察

犬の eccrine 汗腺は指趾端の肉球皮下に存在するが、他の部位では観察されなかつた。指趾端の肉球は手根球 *Pulvinus carpalis*、掌(足底)球 *Pulvinus metacarpalis et metatarsalis* および指(趾)球 *Pulvini digitales* に区別されるが、そのいずれの肉球にも eccrine 汗腺が観察され、組織学的にも大きな相異は認められない。わずかに皮下脂肪組織の多い掌(足底)球で eccrine 汗腺腺部の糸球形成が粗大な傾向を示す。

犬の eccrine 汗腺は apocrine 汗腺と同様に管状単一腺で腺部と導管からなる。腺部は肉球皮下脂肪組織内に侵入し、糸球状に迂曲する。通常、肉球部の皮下脂肪組織は結合組織に囲まれた多数の脂肪小葉からなり、腺部はまず結合組織壁にそつて存在し、次第に脂肪小葉中央部に侵入する(Plate 19-Fig. 1)。よく発達した腺部は小葉内全体に糸球を形成し、しばしば分岐する腺体を観察した(Plate 19-Fig. 2)。しかし、腺体間に脂肪組織を観察する機会が多いので、人の eccrine 汗腺と比較するとゆるやかな糸球形成を行なうものと推察する。

腺部は内側より腺上皮、筋上皮細胞、基底膜および結合組織精からなる。腺上皮はまれに2層を形成することもあるが、大部分の場合は単層の立方上皮である。腺部の中は apocrine 汗腺のそれに比較すると非常に小さく、機能相による変動も少ない。

導管は真皮部と表皮部に分けられる。真皮内導管は腺部より移行してかなり迂曲しつつ真皮網状層を走る。Montagna (1956) は人の eccrine 汗腺導管が再度糸球腺部に入り、迂曲進行することを報告したが、犬の eccrine 汗腺導管は腺部に侵入せず直ちに真皮網状層に入る(Plate 19-Fig. 3)。真皮乳頭層内の導管は乳頭間を直進し、漏斗状に介入している表皮胚芽層に侵入する。表皮内導管はまず胚芽層に入るとしばらく直進するが、顆粒層に入ると再度迂曲し、角質層に近づくにつれて次第に表層細胞が角化して迂曲しつつ乳頭間溝に開口する(Plate 19-Fig. 4)。

細胞学的観察

犬の eccrine 汗腺の腺細胞は dark cell と clear cell の2種類によつて構成される。それらは Zenker-formol 固定、Heidenhain's iron hematoxylin 染色で特に明瞭に識別することができる(Plate 20-Fig.

1~2)。Dark cell は clear cell より小さく、一般に腺腔側に位置し、細胞質は塩基好性で暗調である。核は円形~楕円形でしばしば不正形を示し、塩基性色素に濃染する。Clear cell は前者より大きく基底側に位置し、細胞質は酸好性で明るい、核は円型~楕円型で塩基性色素に淡染し、1~2コの明瞭な核小体を有する。Clear cell が隣接するときその間にしばしば細胞間分泌細管を観察した。これらの2種類の腺細胞はともに PAS 陽性物質を含むが、clear cell のそれは diastase により容易に消化される。しかし、dark cell には diastase に消化されない非グリコーゲン PAS 陽性物質(以下これを SPDR と略称する)が多く、それらの染色性は第I報で観察した apocrine 汗腺腺細胞内の SPDR 顆粒と同じである(Plate 20-Fig. 3)。この SPDR 顆粒は toluidin blue 染色により異染性を示す(Plate 20-Fig. 4)。Dark cell はそのほか osmium に黒染する脂肪顆粒を多量に含有する(Plate 20-Fig. 5)。

犬の eccrine 汗腺の機能的変化は apocrine 汗腺のそれほど顕著でないが、同様に分泌期、休止期および蓄積期の各期を観察することができる。分泌期には細胞内分泌顆粒の増加にともなう腺細胞の肥大および筋上皮細胞の肥厚が顕著で、腺腔が小さくなる。腺腔内にはしばしば分泌空胞が観察される(Plate 20-Fig. 6)。休止期には腺細胞の萎縮扁平化、腺腔の拡大などが顕著である。蓄積期の腺細胞は立方上皮で、両種腺細胞ともかなり多量の分泌顆粒を有し、腺腔は比較的小さい。

導管は2層の立方上皮からなり、表層細胞の遊離縁にはしばしば小皮縁が観察される(Plate 20-Fig. 7)。表皮に近づくとき表層細胞は扁平上皮となり、核は機能を失つて次第に角化変性する。基底細胞も表皮に近づくにつれケラトヒアリン顆粒を含むようになる。

考 察

Eccrine 汗腺は人の体表に広く分布するにもかかわらず家畜には非常に少ない。高木ら(1942)は猫で、北村(1957, 1958)は豚で、塚越(1951, 1953, 1955)は犬、猿および鼠で、Yasuda ら(1960)はモルモットでそれぞれ eccrine 汗腺を観察している。これらの動物の eccrine 汗腺はすべて指趾端およびその周辺においてのみ観察され、apocrine 汗腺の分布と比較すると各動物とも非常に少ない。Schiefferdecker (1922) はこの分布差の原因が動物の進化にともなう汗腺の進

化 (apocrine 汗腺から eccrine 汗腺への移行) にあると説明している。

伊東ら (1956) は人の肛門周囲と鼻翼皮膚において異型 (混合) 汗腺の存在を報告した。家畜では Ito ら (1961) や Kurosumi ら (1963) が馬の apocrine 汗腺に 2 種類の腺細胞を観察し、それらは apocrine 汗腺から eccrine 汗腺への移行型を示すものであると報告した。阿藤 (1961) も牛の肛門周囲の apocrine 汗腺で異型汗腺を報告している。また、著者らも第 I 報で人の肛門周囲と同様の異型汗腺に相当する apocrine 汗腺の変形腺を報告した。塚越 (1951) は犬の eccrine 汗腺が apocrine 型の分泌をするので、それらは人の eccrine 汗腺ほどに充分に進化しているのではなく、まだ移行型の汗腺として存在するにすぎないと報告した。これらの報告はすべて Schiefferdecker の進化説を支持するものとして興味深い。しかし、著者らの観察によると塚越が観察した犬の eccrine 汗腺腺細胞の apocrine 型の分泌形式は認められなかつた。

伊東ら (1949) は人の eccrine 汗腺腺上皮が 2 層からなることを報告した。しかし、Montagna (1956) はそれを否定している。著者らの観察によると犬の eccrine 汗腺腺上皮は単層の立方上皮で、2 層の立方上皮はごくまれに観察されるにすぎない。これは塚越 (1951) の報告とも一致する。

Eccrine 汗腺の 2 種類の腺細胞に関しては伊東ら (1949) や Montagna (1956) が人の eccrine 汗腺で早くから報告しているが、犬では塚越 (1951) が報告しているにすぎない。しかし、塚越は犬の eccrine 汗腺は進化の途上にあるもので、2 種類の腺細胞は明瞭に識別することができないと報告している。著者らはそれらが適当な固定法および染色法により明瞭に識別されることを明らかにした。

これら 2 種類の腺細胞の機能的意義についてはまだ定説がない。Lee (1960) は人の eccrine 汗腺において clear cell は本来の発汗作用を行なうものでグリコーゲンを多量に含み、主に体温調節機能を有するが、dark cell は SPDR を多量に含み、粘液を体表に分泌して外界の有害物質に対する防禦機能を有することを報告した。また、Dobson (1960) も人の eccrine 汗腺で連続的強制発汗による細胞内含物の変動を観察し、腺細胞の機能的段階によりその含有量が変化することを報告した。著者らは犬の eccrine 汗腺に 2 種類の腺細胞があり、それらの細胞内含物が異なることから、人の場合と同様に 2 種類の腺細胞はそれぞれ

ちがつた機能を有するものと推察する。すなわち、dark cell は粘液を分泌して外界の有害物質に対する防禦機能を有し、clear cell は漿液性の汗を分泌して、体温調節機能を行なうものと思われる。しかし、それらについては今後薬物刺激による細胞学的変化を観察し、また、それらを顕微分光測光法的に追求して、さらにそれらの機能的意義を解明する計画である。

犬の eccrine 汗腺の導管は人のそれに比較すると非常に短い。Munger ら (1961) は猫の eccrine 汗腺の導管が人のそれと比較して非常に短いことを報告した。彼らは人の体表に分泌される汗が hypotonic であるのに対して、猫のそれが isotonic であることを明らかにし、その原因は人の eccrine 汗腺導管に Na や Cl の再吸収能があるためであると主張している。著者らは犬の eccrine 汗腺導管の再吸収能は人の eccrine 汗腺のそれに比較すると、非常に少ないかあるいは全く持たないものと推察する。

犬の apocrine 汗腺と eccrine 汗腺の組織学的構造を比較研究した報告はない。Montagna ら (1953) や伊東ら (1956) は人の apocrine 汗腺と eccrine 汗腺の組織学的構造が明らかに異なり、また、他の動物の apocrine 汗腺や eccrine 汗腺の構造が人の汗腺のそれと必ずしも一致するとはかぎらないと報告している。著者らは第 I 報および第 II 報から犬の apocrine 汗腺と eccrine 汗腺を比較観察し、その相違点について次の 5 項目に要約した。

- 1) Apocrine 汗腺は広く体表有毛部に分布するが、eccrine 汗腺は指趾端の肉球皮下にのみ観察される。
- 2) Apocrine 汗腺は一般に毛生と密接な関係を有し、その導管は毛包頰部に開口するが、eccrine 汗腺は毛生とは関係なく、その導管は肉球表面に直接開口する。
- 3) Apocrine 汗腺の腺細胞は暗調な規則正しい形の大形細胞で、一般に離出分泌を行なうが、eccrine 汗腺の腺細胞は dark cell と clear cell の 2 種類の腺細胞からなり、両者とも不正形でまれに 2 層に配列することがあり、一般に漏出分泌を行なう。
- 4) Apocrine 汗腺の腺細胞はグリコーゲンをほとんど含まないが、eccrine 汗腺の clear cell は多量のグリコーゲンを含む。
- 5) Apocrine 汗腺の腺上皮には決して細胞間分泌

細管は出現しないが, eccrine 汗腺の clear cell 間には細胞間分泌細管が出現する。

最近, 電顕的観察により, 人および数種の動物の eccrine 汗腺の微細構造が明らかになり, apocrine 汗腺との形態学的相違も次第に解明されつつある。著者らは上記のように光顕的観察により犬の apocrine 汗腺と eccrine 汗腺の形態学的相違を明らかにしたが, 将来電顕的にも追求する予定である。

総 括

犬26頭を用いて eccrine 汗腺の機能組織学的研究を行ない, 第I報の apocrine 汗腺における観察と比較検討した。結果は次の通りである。

1) 犬の eccrine 汗腺は指趾端の肉球皮下に観察され, その腺部は皮下脂肪小葉内でゆるやかな糸球形成を行なう。

2) 犬の eccrine 汗腺導管は人のそれに比較すると非常に短い。犬のこの部位における Na や Cl の再吸収能は非常に少ないか全くないものと推察する。

3) 犬の eccrine 汗腺腺部には dark cell と clear cell 2種類の腺細胞を明瞭に識別することができる。通常, dark cell は腺腔側に位置し, clear cell は基底側に位置する。それらは単層の立方上皮を形成するが, しばしば2層になることもある。

4) Dark cell は SPDR を多く含むが, それらは apocrine 汗腺腺細胞の SPDR 顆粒と同様に中性粘液多糖類または粘液蛋白であるものと思われる。また, dark cell は SPDR 顆粒のほかに脂肪顆粒を含む。Clear cell はグリコーゲンを多量に含む。

5) 犬の eccrine 汗腺腺細胞の機能的変化は apocrine 汗腺のそれほど顕著でないが, 同様に分泌期, 休止期および蓄積期の3期に分けられる。

6) 犬の eccrine 汗腺を第I報における apocrine 汗腺の組織学的観察と比較して明らかな相違を認めたので, それらについて要約した。

文 献

- 1) Ato, N., 1961. Okajimas Fol. anat. Jap., **37**: 19-27.
- 2) Dobson, R. L., 1960. J. Invest. Dermat., **35**: 195-198.
- 3) Ellenberger, W. und H. Baum, 1926. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere., 16. Auf. 989-991, Springer Verlag.
- 4) Gurlt, E. F., 1835. Arch. Anat. u. Physiol., 399-418. (cited from 15)
- 5) 伊東俊夫, 1949. 医学の進歩, **VI**: 106.
- 6) 伊東俊夫・成田安弘・角田公男・新藤勝巳, 1956. 日組録, **10**: 381-398.
- 7) Ito, T., H. Aoki and Y. Takahashi, 1961. Arch. histol. jap., **21**: 199-220.
- 8) 北村辰郎, 1957. 日組録, **13**: 299-330.
- 9) 北村辰郎, 1958. 日組録, **14**: 575-610.
- 10) Kurosumi, K., T. Matsuzawa and F. Saito, 1963. Arch. histol. jap., **23**: 295-310.
- 11) Lee, M. C., 1960. Anat. Rec., **136**: 97-105.
- 12) Montagna, W., H. B. Chase and W. C. Lobitz, 1953. J. Invest. Dermatol., **20**: 415-423.
- 13) Montagna, W., 1956. The structure and function of skin, 1st ed. 87-127, Academic Press.
- 14) Munger, B. L. and S. W. Brusilow, 1961. J. B. B. C., **11**: 403-417.
- 15) Nielsen, S. W., 1953. Am. J. Vet. Res., **14**: 448-454.
- 16) Schiefferdecker, P., 1922. Zoologica, **72**: 1-154.
- 17) Sisson, S. and J. D. Grossman, 1958. The anatomy of the domestic animals, 4th ed. 924-927, Saunders Company.
- 18) 高木俊蔵・原田文雄, 1942. 日本生理学誌, **7**: 137.
- 19) 塚越 昇, 1951. 日組録, **2**: 481-497.
- 20) 塚越 昇, 1953. 日組録, **4**: 381-396.
- 21) 塚越 昇, 1955. 日組録, **9**: 313-341.
- 22) Yasuda, K., N. Ato and S. Kobayashi, 1960. Okajimas Fol. anat. Jap., **36**: 97-107.

Résumé

In this paper, we studied the functional histology of the eccrine sweat gland of the dog comparing with the structure and function of the apocrine sweat gland reported in the previous paper. The results obtained are as follows;

1) Eccrine sweat glands of the dog are found in the region of the skin of the foot and toe pads. These secretory tubules form loose glomerular glands involving in the lobules of adipose tissue.

2) Duct of the eccrine sweat gland of the dog is exceedingly shorter than man's. Therefore, ductal reabsorptivity of sodium and chloride from an isotonic precursor of sweat which is observed in man is very low or not exist in the dog.

3) Secretory epithelial cells of the eccrine sweat glands are divided clearly into two types, dark and clear cells. The former lies along the superficial layer, while the latter found in the basal layer. In many cases, these cuboidal cells form a single epithelial layer. But, occasionally, they form double layers.

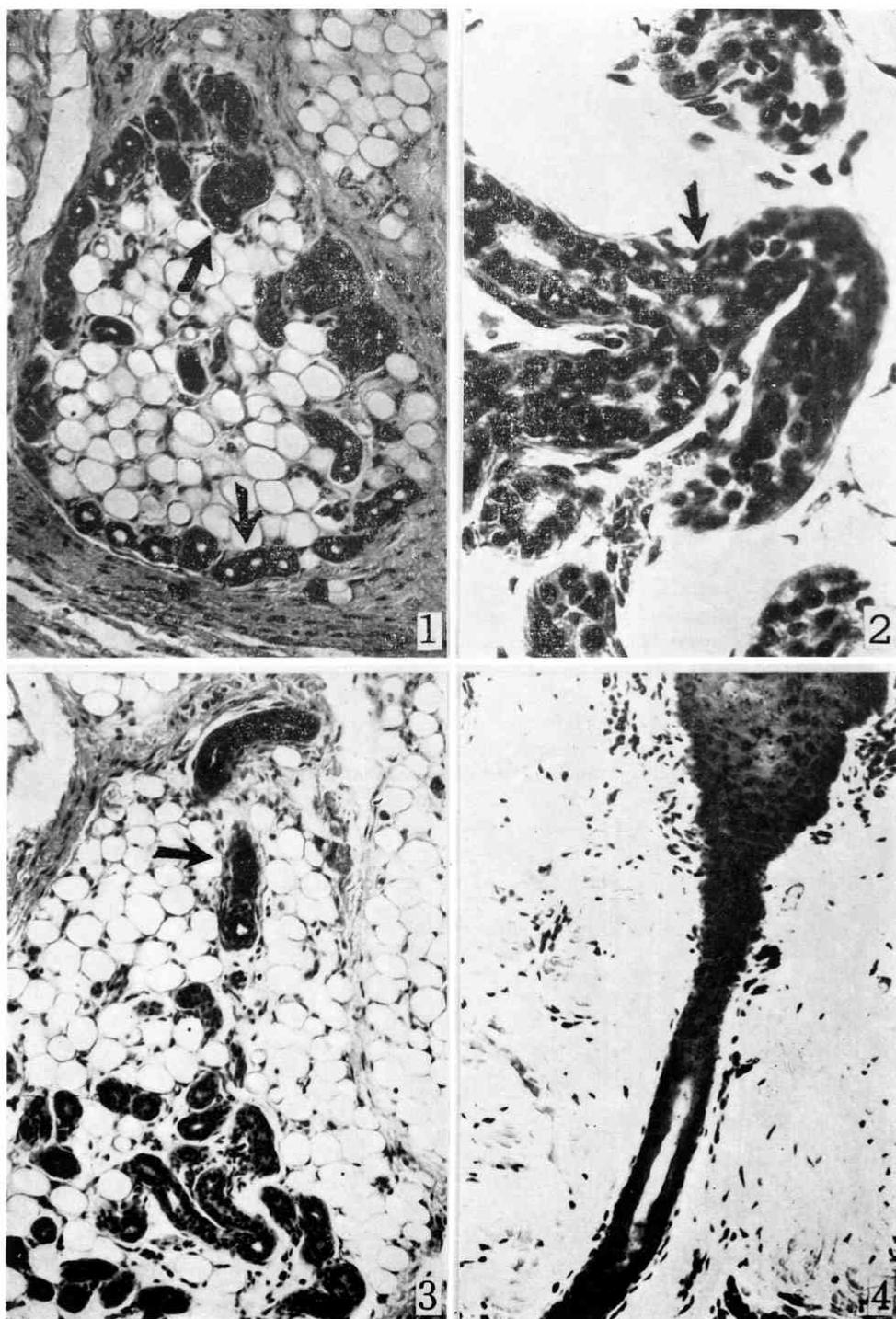
4) Dark cells contain a large amount of Schiff positive diastase resistant materials supposed to be neutral mucopolysaccharides or mucoproteins and lipid droplets as is seen in the apocrine sweat gland. Clear cells contain a great quantities of glycogen.

5) In the eccrine sweat gland, too, secreting, resting and accumulating stages are distinguishable, though not so distinct as in the apocrine sweat gland.

6) Histological structure of the eccrine sweat gland differs from that of the apocrine sweat gland reported previously. We summarized these differences into five brief accounts.

Explanation of Plate 19

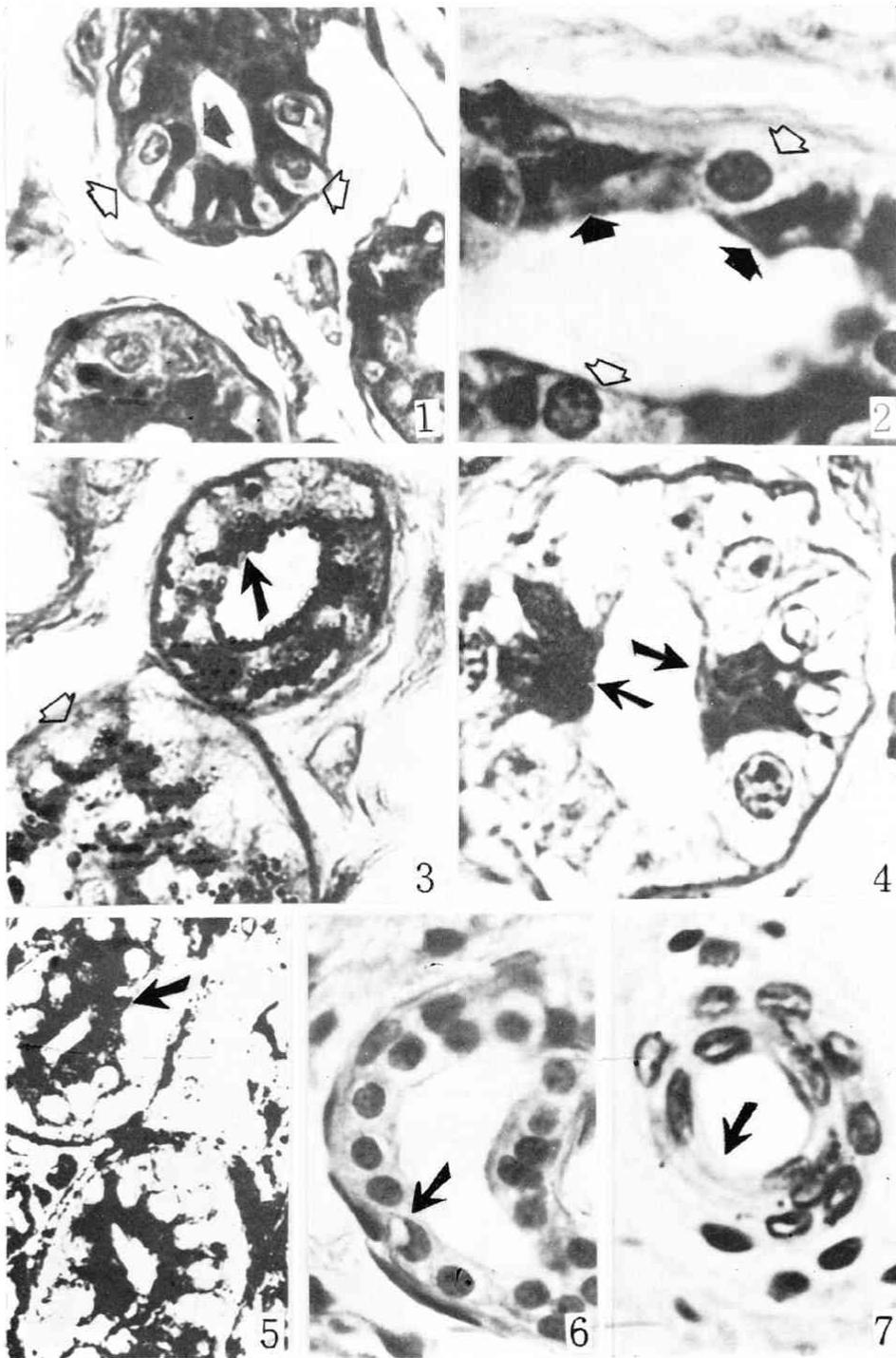
- Fig. 1. Eccrine sweat gland in the skin of foot pad. Glomerated secretory tubules are found involving in the lobules of adipose tissue (arrows). H-E stain. $\times 60$.
- Fig. 2. Branched secretory tubules in the eccrine sweat gland (arrow). H-E stain. $\times 200$.
- Fig. 3. Transitional part of the duct and the secretory tubule extending as slightly undulating tubules through the dermis and the lobules of adipose tissue (arrow). H-E stain. $\times 60$.
- Fig. 4. Duct of the eccrine sweat gland. It is straight in the dermis and twisted in the epidermis. H-E stain. $\times 100$.



犬の汗腺の機能組織学的研究 (II)

Explanation of Plate 20

- Fig. 1-2. Segments of a secretory tubule in the eccrine sweat gland showing clear and dark cells. All of which rest upon the basement membrane. Fig. 2 shows the secretory tubule cutted longitudinally. Black arrows show dark cells and white arrows show clear cells. Heidenhain's iron hematoxylin stain. $\times 400$ (Fig. 1), $\times 600$ (Fig. 2).
- Fig. 3. Eccrine tubules treated with PAS routine. Dark cells have a large amount of SPDR granules (black arrow), while clear cells contain glycogen (white arrow). PAS stain before diastase digestion. $\times 400$.
- Fig. 4. Dark and clear cells in the eccrine secretory tubule colored with toluidin blue buffered to pH 7.0. Dark cells have a large amount of metachromatic granules (arrows). $\times 600$.
- Fig. 5. Lipid droplets in the eccrine secretory tubule. Dark cells have a large amount of lipids (arrow). Osmium stain. $\times 400$.
- Fig. 6. Secretory tubule of the eccrine sweat gland in accumulating stage. Secretory vacuole is seen in the lower part of this figure (arrow). H-E stain. $\times 400$.
- Fig. 7. Eccrine duct in the dermis. Cuticular border is poorly developed in the free border of the surface cell (arrow), H-E stain. $\times 400$.



犬の汗腺の機能組織学的研究 (II)