

## 鶏尾腺の微細構造について

村上 隆之\*・斎藤 勇夫\*・芦沢 広三\*\*

### Fine Structure of the Chicken Uropygial Gland

Takayuki MURAKAMI, Isao SAITO and Hirozo ASHIZAWA

(1971年5月26日受理)

### 緒 言

鶏の尾腺は尾端骨の背位にあるエンドウ豆大の皮膚腺で、俗に「油ツボ」と呼ばれ、Muchidin *et al.*<sup>1)</sup>、石田ら<sup>2)</sup>によって脂腺であることが確かめられている。

脂腺の組織構造は動物の種類によって異なり、Montagna<sup>3)</sup>によると、人の脂腺は多葉でその大きさは部位により様々であるが、齧歯類では非常に小さく単一の腺胞からなっているという。しかし、脂腺細胞の電顕的所見は動物種にかかわらずほぼ類似し、Charles<sup>4)</sup>、Kurosumi *et al.*<sup>5)</sup>、Hibbs<sup>6)</sup>、野中<sup>7)</sup>、Casion *et al.*<sup>8)</sup>による人、Bell<sup>9)</sup>によるサル、野中<sup>7)</sup>、Brandes *et al.*<sup>10)</sup>、Morohashi<sup>11)</sup>によるラット、Rogers<sup>12)</sup>によるマウス等の報告を見ると、腺胞辺縁部の未分化細胞は大型の核を有し、豊富な遊離のリボゾームと少数のトノフィラメントを含み、中層部に位置する成熟途中の細胞には滑面小胞体（以下 s-ER と略記）と大小種々の多数の脂肪滴がみられ、さらにその上層に位置する成熟細胞はホロクリン分泌による皮脂の形成像が共通的に所見されている。しかし、哺乳動物の脂腺細胞における脂質合成機構についてはなお異論が少なくない。

鳥類の尾腺は2葉からなり、両葉が結合する部分の背側に1個の乳頭状突起がある。Solis *et al.*<sup>3)</sup>によると、数層の腺細胞からなる多数の分泌管は各葉の中心部にある1本の縦管に集まり、これに続く排出管は各乳頭の尖端部に開口することが明らかにされているが、鳥類尾腺の腺細胞を細胞学的に観察した報告は未だ見られない。著者らは鶏の尾腺細胞の超微構造、特にその脂肪滴と細胞小器官の関係を電顕的に観察したので以下にその所見を述べる。

### 実験材料と方法

観察に用いた尾腺は産卵中の10カ月令白色レグホン種（4羽）から採取した。細切した組織塊はs-CollidineでpH 7.4に緩衝した1%オスミック酸水溶液で2~3時間固定し、エタノールで脱水、propyren oxideを通したのちEpon 812 (Luft法)で包埋した。PORTER-BLUM MT 1型超マイクロームを用いて超薄切片を作り、酢酸ウラン (Watson法)と硝酸鉛 (Reynolds法)の重染色を施したものをHU-11 D-S型日立電子顕微鏡で観察した。また光学顕微鏡的観察には厚い切片にtoluidine blue (山元<sup>14)</sup>)染色を施したものをを用いた。

### 観 察 結 果

鶏の尾腺は光顕観察では多数の腺胞からなり、各腺胞は重層の腺細胞によって構成されている (Fig. 1)。腺胞は哺乳類の脂腺に比べて著しく大きく、またそれを構成する細胞層もすこぶる厚

\* 家畜解剖学研究室 \*\* 家畜病理学研究室

い。腺胞の辺縁部を占める腺細胞は未熟で脂肪滴を含まず明るく見えるが、これより腺腔側へ進むにつれて次第に成熟の度を増す。すなわち中層部を占める成熟途中の細胞は脂肪滴が充満して暗く見え、腺腔に近い表層部の細胞は核が消失して死滅し、漸次腺腔中に離脱（ホロクリン分泌）するのが認められる。

これを電顕的に観察すると次の所見が得られた。

(1) 辺縁部に位置する未熟腺細胞 (Fig. 2) 腺胞の基底部に位する1~3層の小型細胞で、核は比較的大型で明るく細胞の中心部に位置している。細胞質に比し核の占める割合が大きく細胞小器官の発達は貧弱である。最外層を占める腺細胞の基底部細胞膜はほぼ平滑であるが、ときに pinocytotic vesicles 様の小胞状陥入を形成する。この細胞膜の外側には均質な帯状構造を呈する薄い基底膜があり、また隣接腺細胞とは狭い細胞間間隙を介して比較的平滑に接するが、なかには指状嵌合を呈する部分やデスマゾームもしばしば認められる。細胞質には遊離のリボゾームが豊富に含まれポリゾームの形態を示すものもある。ミトコンドリア、トノフィラメントも中等量含まれるが、後者はデスマゾームに付随するもの以外は波状を呈し一定の方向性を示さない。その他少数の粗面小胞体 (以下 r-ER と略)、s-ER および Golgi 装置も認められる。Golgi 装置は Golgi 層板と Golgi 小胞からなり、小型で発達が悪く、これに遭遇することは少ない。なおこの時期の細胞質内には脂肪滴は全く認められない。

(2) 成熟途中にある腺細胞 (Figs. 3, 4) 多型性を示す大型の細胞で、核に比し細胞質の占める割合が大きい。その微細構造は未熟細胞とはかなり異なり、細胞質に脂肪滴と多くの s-ER を認める。脂肪滴は限界膜を欠き、扁平な s-ER をもって部分的に囲まれている。しかも電子密度は中等度で大小種々の大きさのものが見られ、成熟するにつれてその大きさや数を増すが、細胞が崩壊過程に入るまで互いに融合することはない。s-ER は小胞状ないし細管状を呈し、その内腔と脂肪滴とが連絡している像 (Figs. 5, 6 矢印) がしばしば認められる。Golgi 装置は全般的に発達が悪いが、なかには雲絮状物を含むものがある。ミトコンドリアは比較的豊富で多くは球形を呈し、クリステはヒダ状または細管状を呈している。マウスやラットの脂腺について報告されているごとき電子密度の高いミトコンドリア内顆粒は皮脂形成の全過程を通じて全く認められない。リボゾーム、r-ER、トノフィラメントは細胞が成熟するにつれて次第に減少するが、成熟過程初期の細胞における r-ER は拡張し、その内腔に雲絮状物をいれるものがある。このほか内部が顆粒状を呈し、その周りを滑面の限界膜で包まれた dense bodies が多く認められる。この外形は一般に不定形で大きさも種々である。核膜は二重膜構造が明瞭でしばしば核膜孔が認められ、その外側膜にはリボゾームが付着している。また核膜の外側膜は一部が細胞質に向って彎入し、これと内側膜との間に形成された拡張腔には r-ER や Golgi 空腔に認めたと同様の雲絮状物を含む部分がある。細胞相互の接触面は未熟細胞に比し指状嵌合の度合いが強く、またデスマゾームもより多く認められる。

(3) 成熟状態の腺細胞 細胞質に大型の脂肪滴を多く含み、脂肪滴間に細胞小器官や細胞質基質が密に充填するので細胞質は暗く見える。s-ER は豊富であるがミトコンドリアや遊離のリボゾームは少なく、r-ER、Golgi 装置、トノフィラメントはほとんど認められない。しかし dense bodies は成熟途中の細胞と同様に少量認められる。

(4) 崩壊過程にある腺細胞 (Figs. 7, 8) この細胞は腺腔面に近づくとつれて種々の段階の変性過程を示し、遂には細胞崩壊片となって腺腔中に離脱する。すなわち核は小型で不定形を示し、核質は電子密度が大となる。また種々な段階の核濃縮、核融解像が認められる。脂肪滴は融合して大きな脂肪塊となり、次いで脂肪塊は融解してその内部に不規則な線維状構造物を含むようにな

る。このほか s-ER, ミトコンドリア, dense bodies の崩壊とリボゾーム, r-ER, Golgi 装置, トノフィラメント等の消失が起こり, 同時に細胞膜も次第に不明瞭となって腺腔中に離脱する。

## 考 察

Rogers<sup>12)</sup> が新生マウスの脂腺を電顕的に観察して以来, Charles<sup>4)</sup>, Kurosumi *et al.*<sup>5)</sup>, Hibbs<sup>6)</sup>, 野中<sup>7)</sup>, Casion *et al.*<sup>8)</sup> による人, Bell<sup>9)</sup> のサル, 野中<sup>7)</sup>, Brandes *et al.*<sup>10)</sup>, Morohashi<sup>11)</sup> のラットについての研究が行なわれ, また脂腺細胞における脂肪合成と細胞小器官との関係についても幾つかの見解が発表されている。すなわち Rogers<sup>12)</sup> は脂腺細胞のミトコンドリア内に電子密度の高い顆粒を認め, 脂腺細胞以外の細胞にはこの顆粒が認められないことから, 脂肪形成にミトコンドリア内顆粒が関与する可能性があることを示唆したが, さらに研究の余地があるとしている。また Kurosumi *et al.*<sup>5)</sup> は人の脂腺細胞には典型的な Golgi 装置を欠くこと, およびミトコンドリアが脂肪滴の近くに存在することから, 後者が脂肪産生に最も関係あるのではないかと考えた。しかし Charles<sup>4)</sup>, Hibbs<sup>6)</sup>, 野中<sup>7)</sup>, Casion *et al.*<sup>8)</sup>, Morohashi<sup>11)</sup>, Ozawa<sup>15)</sup> はミトコンドリアから脂肪滴が形成される説を否定している。Hibbs<sup>6)</sup> は人の脂腺細胞を観察し, 細胞内の脂肪滴がごく小さいときから膜に包まれているため, Golgi 小胞内で形成される可能性が最も強いとした。Charles<sup>4)</sup> は s-ER と脂肪滴が同時に存在すること, および皮脂合成過程にある細胞に Golgi 装置を認め, その近くに脂肪滴形成の初期像を思わせる小胞が多数存在することから, s-ER で合成された脂質が Golgi 装置で脂肪滴に濃縮されるものと考えた。野中<sup>7)</sup>, Morohashi<sup>11)</sup> とも成熟途中の脂肪細胞に s-ER が豊富に存在すること, Golgi 装置が認められること, および脂肪滴が限界膜を有していることなどから Charles と同じ見解をとっている。

Kurosumi *et al.*<sup>5)</sup> は脂腺細胞に小胞が豊富に存在するが, この小胞から脂肪滴が形成される像は得られなかったと述べている。しかし Bell<sup>9)</sup>, Ozawa<sup>15)</sup>, Dangelo *et al.*<sup>16)</sup> 等は脂肪滴に近接して s-ER が豊富に存在することから脂肪滴は s-ER で形成されると考えている。さらに Morohashi<sup>11)</sup> はアンドロゼンを投与したラットの脂腺細胞で脂肪滴に連絡する s-ER を認め, 膨張した s-ER 内に均質な脂肪様物質を含むことから, このような細胞では s-ER が脂肪滴形成に最も重要な役割を果たすと考えた。そのほか, 野中<sup>7)</sup>, Bell<sup>9)</sup>, Dangelo *et al.*<sup>16)</sup> 等も s-ER と脂肪滴が連絡する像を認め, Bell<sup>9)</sup> は s-ER 内の物質が皮脂形成に直接関与することを示唆している。

Charles<sup>4)</sup> は人の脂腺を観察し, 脂肪滴が膜構造の内部から現われたり, ミトコンドリアから形成される像は認められず, 脂肪滴は細胞質内に直接現われると述べた。また野中<sup>7)</sup> も未熟な腺細胞において脂肪滴は細胞質内に直接現われると述べている。以上のごとく哺乳類の脂腺細胞における脂質合成のメカニズムについては現在のところ未だ見解の一致をみていない。

鶏の尾腺に関する著者等の観察では, 成熟途中の腺細胞の最も特徴的な像は s-ER がよく発達することで, またその s-ER 腔と脂肪滴とが連絡している像もしばしば認められた。さらに脂肪滴が限界膜を欠くことや Golgi 装置の発達が悪いことなどを考えあわせると, 鶏の尾腺における脂質の合成は s-ER によって行なわれ, それが細胞質基質中に放出蓄積されるとともに, その周りを扁平な s-ER が部分的にとり囲み, かくして次第に脂肪滴の形を整えてゆくものと考えられる。

鶏の尾腺細胞は脂肪滴以外の分泌物を含まない monocrine 型の細胞であるが, 成熟初期の腺細胞においては拡張した核膜腔, r-ER 腔, および Golgi 嚢内に雲架状の内容物を認めた。しかし, これらとその後細胞質内に多数現われる dense bodies との関係, さらにこの dense bodies の本態や機能については今のところよくわからないので, 今後さらに検討を続けたい。

## 要 約

鶏の尾腺細胞を電顕的に観察した。白色レグホーン種の尾腺を s-Collidine で緩衝した1%オスミック酸液 (pH 7.4) で2~3時間固定後、漸強エタノール列で脱水、Luft 法より Epon 812 に包埋した。超薄切片を作ったのち、酢酸ウランと硝酸鉛の重染色を行ない、日立 HU-11 D-S 型電子顕微鏡で観察した。その結果は次のとおりである。

腺胞の辺縁部には未熟な腺細胞が位置し、表層部に行くにしたがって成熟の度を加え最表層の細胞はホロクリン分泌によって腺腔内へ離脱する。

腺胞辺縁部の未熟細胞は少量の細胞質と大型の核を有し、細胞質には遊離のリボゾームが豊富で、s-ER, r-ER, ミトコンドリア, トノフィラメントも少量含まれるが、Golgi 装置の発達は悪く、脂肪滴は全く含まれない。

腺細胞は成熟するにつれて細胞質と s-ER の増加がみられ、それとともに脂肪滴並びに、顆粒状の内部構造を有し限界膜に包まれた dense bodies が出現する。脂肪滴は限界膜を有さず扁平な s-ER で部分的に囲まれ、しかも s-ER 腔と脂肪滴との間にしばしば連絡部が見られる。一方、このように細胞内に脂肪滴が出現しても Golgi 装置は未発達のままであり、両者の間に特別な関係は見い出せない。したがって鶏の尾腺細胞における脂質の合成や脂肪滴の形成はもっぱら s-ER によって行なわれる可能性が強い。

s-ER がよく発達し、多量の脂肪滴を含む表層部の成熟細胞は、やがて核濃縮と細胞小器官の変性を経て、遂には細胞崩壊片となって腺腔内へ離脱する。

終わりに、懇切なる御指導、御助言をいただいた九州大学医学部・山元寅男教授、電顕の取り扱い法につき御指導をいただいた本学工学部・小佐井 昭助教授に深甚の謝意を表します。

## 文 献

- 1) Muchidin, A. and H. M. Edward: Poultry sci., **43**(6), 1445—1462 (1964).
- 2) 石田一夫, 楠原征治, 山口本治: 第70回日本獣医学会講演要旨, p. 74 (1970).
- 3) Montagna, W.: (cited from 9) (1962).
- 4) Charles, A.: J. Invest. Dermatol., **35**, 31—36 (1960).
- 5) Kurosumi, K., T. Kitamura and K. Kano: Arch. hist. jap., **20**(2), 235—246 (1960).
- 6) Hibbs, R. G.: J. Invest. Dermatol., **38**, 329—336 (1962).
- 7) 野中勇夫: 新潟医学会雑誌, **79**(5), 353—359 (1965).
- 8) Cashion, P. D., Z. Scobe and J. Nalbandian: *ibid.*, **53**(3), 208—216 (1969).
- 9) Bell, M.: Anat. Rec., **166**(2), 213—223 (1970).
- 10) Brandes, D., F. Bertini and E. W. Smith: Exptl. Mol. Pathol., **4**, 245—265 (1965).
- 11) Morohashi, M.: Jap. J. Dermatol. Serb., **78**(1), 133—152 (1968).
- 12) Rogers, G. E.: Exptl. Cell Res., **13**, 517—520 (1957).
- 13) Solis, J. A., C. S. Zamora and E. S. Esteves: Philippin J. Vet. Med., **6**(1/2), 112—123 (1967).
- 14) 山元寅男: 解剖誌, **38**(2), 124—128 (1963).
- 15) Ozawa, H.: Acta. Anat. Nippon., **42**(4), 181—208 (1967).
- 16) DAngero, J. G. and B. L. Munger: J. Ultrastruct. Res., **11**, 230—245 (1964).

## Summary

The uropygial glands of domestic fowls, White Leghorn, were observed by electron microscopy. The specimens were fixed in ice-cold 1% osmium tetroxide

buffered with s-Collidine at pH 7.4. After 2-3 hours of fixation, the tissue blocks were dehydrated in a series of graded ethanol and embedded in Epon 812 according to the method of Luft. Ultrathin sections for electron microscopy were stained with uranyl acetate and lead citrate, and were examined with a Hitachi HU-11 D-S electron microscope. The observations were summarized as follows:

In each acinus, the most peripheral cells are the youngest, grow as they approached the center of the acinus and the superficial cells are excreted by means of holocrine secretion into the lumen of acinus.

The peripheral immature cells are small and have relatively large nuclei. Numerous free ribosomes are scattered throughout the cytoplasm. A few s-ER, r-ER, mitochondria and tonofilaments are also contained but lipid droplets have not formed as yet. Golgi complexes are not well developed.

With the progress of cell maturity, an increase in cytoplasm and s-ER is observed. Lipid droplets and dense bodies which have a smooth surfaced limiting membrane and assume a granular configuration appear in the cytoplasm.

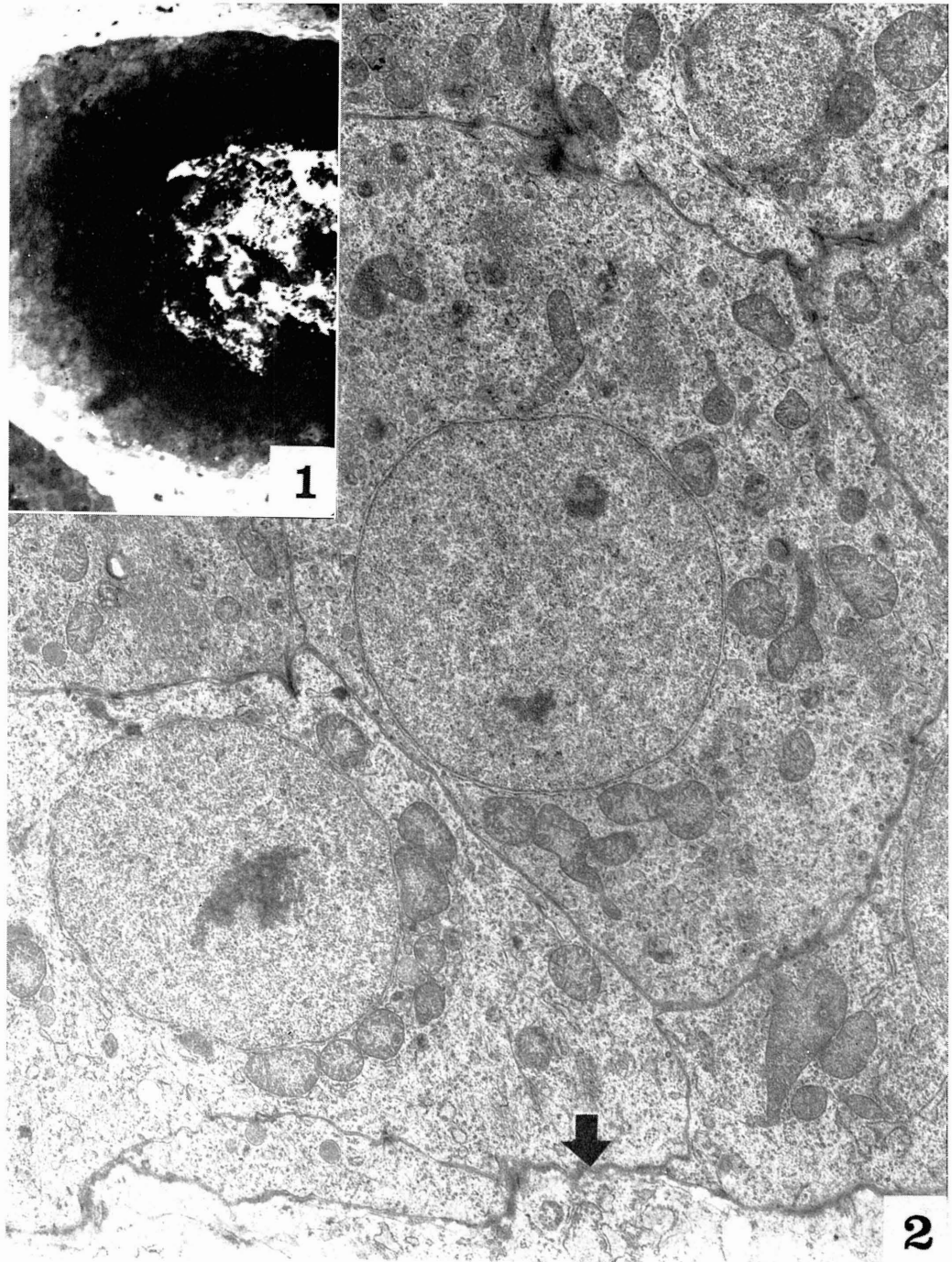
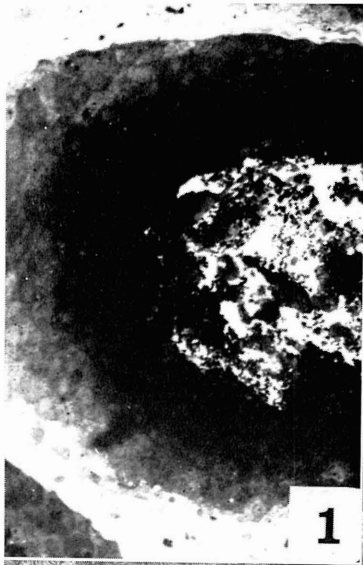
The lipid droplets do not have a limiting membrane but tend to partially surrounded by flattened s-ER. Moreover, the lumen of s-ER frequently seem to be continuous with the lipid droplets.

Golgi complexes, on the other hand, are always poorly developed and have no correlation with lipid droplets during the course of lipid droplets formation. These findings suggest that in the chicken uropygial glands, the s-ER is the main site of lipid synthesis and its droplets formation.

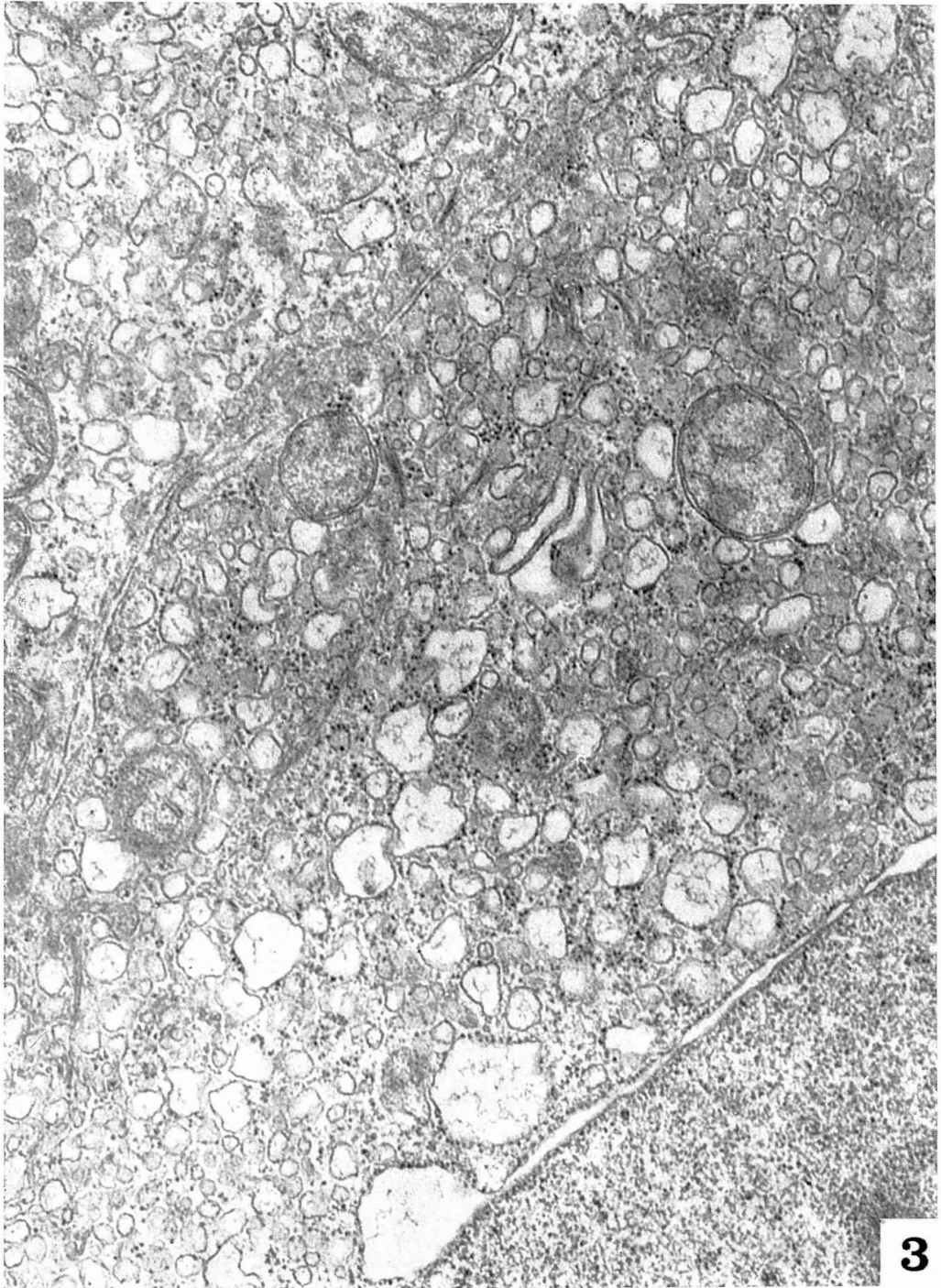
In the superficial mature cells which are filled with abundant lipid droplets and s-ER, karyopiknosis and degenerations of cellular organelles appear soon. Finally, these disintegrating cells are transformed into cell debris and drop off to the lumen of acinus.

#### Explantation of Figures

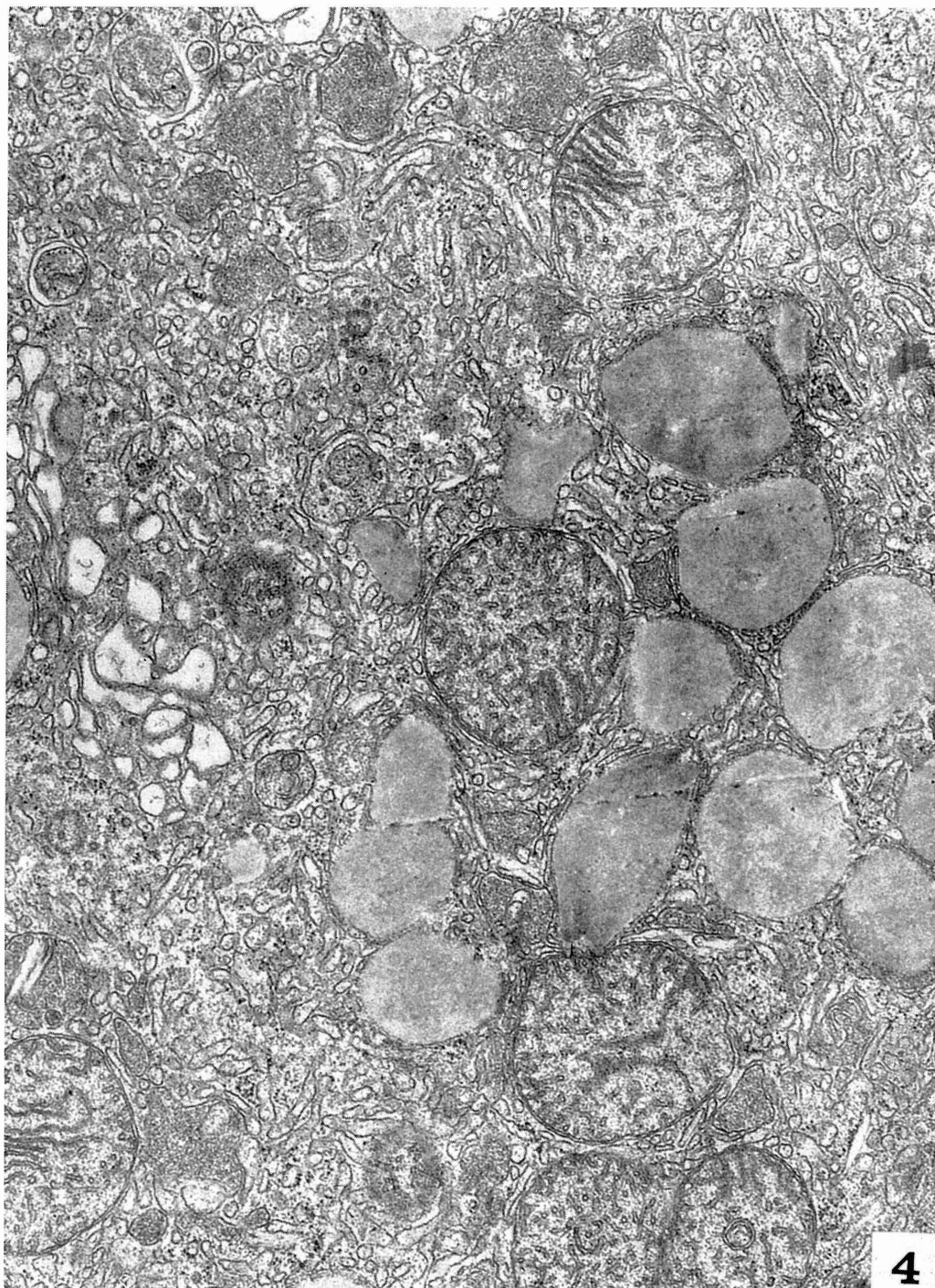
- Fig. 1. Epon embedded and Toluidin blue stained section of chicken uropygial gland acinus.  $\times 245$ .
- Fig. 2. Electron micrograph of peripheral immature cells. The arrow shows the basement membrane.  $\times 10,800$ .
- Fig. 3. Acinar cell showing the first stage of differentiation.  $\times 47,700$ .
- Fig. 4. Differentiating acinar cell.  $\times 37,500$ .
- Fig. 5. Lipid droplets in differentiating cell. The arrow shows the connecting portion of s-ER with lipid droplet.  $\times 57,800$ .
- Fig. 6. Lipid droplet showing the connection with s-ER at the arrow.  $\times 102,800$ .
- Fig. 7. Disintegrating acinar cells. L: lumen of the acinus.  $\times 12,200$ .
- Fig. 8. High magnification of disintegrating cell.  $\times 44,700$ .







**3**



4



