

小腸上皮及び腸腺の電子顕微鏡的研究

金沢大学医学部解剖学教室(主任 本陣教授)

本 陣 良 平
 泉 外 美
 大 和 一 夫
 奥 村 隆 彦

(昭和32年7月15日受付)

Electron Microscopical Studies on the Small Intestinal Epithelium and Intestinal Gland

RYOHEI HONJIN, SOTOMI IZUMI, KAZUO YAMATO and TAKAHIKO OKUMURA
Department of Anatomy, School of Medicine, Kanazawa University
(Detector : Prof. Dr. R. Honjin)

本論文の一部の要旨は昭和31年9月、日本解剖学会第15回中部地方会において発表した。
 本研究は文部省科学研究費の支持を受けた。記して感謝の意を表する。

緒 言

小腸絨毛の上皮細胞及び腸腺(Lieberkühn氏腺)腺細胞の微細構造の研究は、栄養素の吸収機転及び消化酵素の分泌機転を解明する上に、極めて重要な問題である。これに関しては古くから種々の動物を実験材料として、多数の研究報告がなされているが、細胞内の微細構造に関しては甲論乙駁の観があり、その詳細に亘つては模糊として不確実な点が多い。この原因は明らかに今日迄の微細構造に関する知見が、可視光顕微鏡(以下「光顕」と略記する)の分解能の限界内に止り、光顕分解能の限界を超える所謂超微構造に関して

は、単なる推定若しくは理論的考察に止まつていたがためである。近時電子顕微鏡(以下「電顕」と略記する)を細胞学に応用することにより、電顕の示す飛躍的な分解能と密度に対する強い敏感性のために、従来不明又は不確実であつた各種細胞の細胞内構成成分の超微構造が明らかにされつつある。しかしながら今日なお絨毛上皮細胞及び腸腺々細胞の微細構造に関する詳細は不明のまま残されている点が少なくない。筆者等は廿日鼠小腸粘膜を超薄切片として電顕検索を行い、新知見を得たのでここに報告する。

材料及び方法

材料は成熟廿日鼠小腸粘膜を使用した。開腹後出来るだけ速やかに空腸粘膜の小片を切り取り、veronal-acetate 緩衝液で pH 7.25 に修正した 1% OsO₄ に投じ、2~3°C の氷室内にて4時間固定、次いで1時間水洗、順次高濃度の alcohol を通し脱水、catalyst

として2%の割合に benzoyl peroxide を混じた methacrylate 樹脂(n-butyl methacrylate 9部と methyl methacrylate 1部の混液)に移し、次いで材料を gelatine capsule 中にこの液とともに移し、50°C のもとで24時間加熱重合せしめた(Newman, Borysko

& Swerdlow 1949 の方法の変法). 重合々成樹脂中に包埋された材料は, JUM-3 型 ultra-microtome により, ガラスナイフを使用して薄切し, 20% alcohol 上に浮遊伸展せしめ, formvar 薄膜を張つた支持板上にのせて乾燥し, 合成樹脂を溶去することなく電顕にて検索した. 電顕は HS-2 型及び HU-9 型を使用し, 加速電圧 50k. v., 対物レンズの aperture 50.4 の条

件下で速かに写真撮影を行つた. 写真の直接倍率は 2000~5000倍とし, 必要に応じて引伸し拡大陽画を複製した. 微細構造の数値測定は, 陰画原板を投影拡大器によつて20倍に投影拡大して行つた. 又同一材料から得た 1~5 μ の切片に Heidenhain 氏鉄 haematoxylin 染色を施し, 光顕検索を行い対照とした.

実験成績

1. 絨毛上皮細胞

鉄 haematoxylin 染色を施した廿日鼠小腸粘膜の標本を光顕で検すると, 絨毛上皮は所々に杯細胞を混ざる単層の柱状上皮細胞によつて構成され, その腸管内腔に面する遊離縁には, 杯細胞の部を除いて, 所謂小皮縁 (cuticula 又は Stäbchensaum) が存在する. 小皮縁には遊離面に直角の方向に走る醜げな線条構造の存在が示されるが, その内部構造は明確でない. 小皮縁は絨毛の先端から陰窩に及び, 更に腸腺頸部の腺細胞のそれに連続している. 小皮縁の厚さは絨毛上皮細胞においては, 全絨毛表面において略々一様で, 厚さ約 0.6~0.7 μ を示し, 上皮細胞の遊離縁を被覆している. 小皮縁基部には鉄 haematoxylin によつて暗調に染る, 細胞遊離面に平行な, 断面において線状に見える層があるが, 個々の細胞によつてその厚さにかなりの差異が認められ, 所によつてはこれから小顆粒が細胞内に連続しているのが認められる.

中性 OsO₄ 固定超薄切片の電顕像において絨毛上皮細胞を見ると, 細胞の外表面は厚さ約 80~100 Å の電子密度比較的大な薄膜即ち「細胞限界膜 (細胞膜)」によつて限界され (写真 1, 2), 隣接する上皮細胞及び基底膜に接している. 柱状上皮細胞の遊離面即ち光顕像の小皮縁に相当する部には, 細胞遊離面に略々垂直に位置する個々に分離した多数の細胞質の突起が存在する (写真 1, 2). 突起の形はいずれも細円柱形を呈し, その大きさも略々一様であるが, 所々にやや長いものや短いものを混ざる. 長さは 4800~6950 Å (平均 6400 Å) を算する. 突起の太さは, 先端及び基底部の小部を除いて, 全長に亘り略々一様で, 円柱形を呈し, その直径は 860~1050 Å (平均 960 Å) を示す. 先端は球面を呈し, 基底における個々の突起の間隔は一様でない (写真 1). この突起を「小絨毛様突起」(microvilli) と呼ぶことにする. 小絨毛様突起の表面には電子密度やや大な細胞限界膜 (厚さ約 80~

100 Å) が存し, 突起の外表面を覆い, 隣接細胞との境界部で細胞側面部の細胞限界膜に連続している. 突起の限界膜の内面には, これより電子密度小な薄膜があり, 更にその内方にこれより更に電子密度の小きな小絨毛様突起の内腔とも称すべき部分が存在する. 突起の先端は限界膜に覆われて盲端をなし, 内腔は突起内を下方に下り, 細胞質に連続している. 絨毛上皮細胞の遊離面に平行に切断された切片の写真では, 個々の小絨毛様突起は, 限界膜に囲まれた小環状の構造として現われる. 突起の数は 1 μ ² 中に 33~48 個 (平均 41 個) を算する.

小絨毛様突起の限界膜は, その基底部において翻転し, 隣接突起の限界膜に連続するが, 相隣る小絨毛様突起の間隔は不定である (写真 1, 2). 多数の突起が比較的密接している部位もあり, 又やや間隔が存する部位もある. 後者の場合この部において, 小絨毛様突起の表面を覆う限界膜の延長が細胞質内に陥入し, 短い小管を細胞質内に形成しているのが時に認められる. これを「細胞内小穴」(intracellular caveolae) と呼ぶことにする (写真 1, 2). この小穴は直径 320~450 Å, 長さ 520~870 Å の比較的短い盲管で, 小絨毛様突起の基底部の間に開口している. 細胞内小穴に接する細胞質の部に, 大小種々の比較的電子密度の大な顆粒が集つているのが屢々認められる. この顆粒状の物質は核上部の細胞質内に分散しつつ拡がって位置している. おそらく吸収物質の顆粒であろう (写真 1).

細胞限界膜は細胞の遊離面から略々垂直に細胞の側壁部に延長している (写真 1). この部におけるその厚さは約 100~120 Å である. 相隣接する 2 個の細胞の限界膜は相対峙し, その間に 80~200 Å の電子密度小な層をはさんでいる. この層は 2 細胞の間に存する腔で, 遊離縁に近い部分では一般にその幅が小で, 基底膜に近い部分では所々拡大している. 細胞側面の限界膜は多くの場合平滑で真直ぐな輪廓を示すが, 時とし

て凹凸を示し、細胞間の間隙に細胞質を含む細い紐状の突起を出している(写真2)。この突起は比較的短い、紆曲して細胞限界膜間の腔に位置する。又所々に相隣る2細胞の細胞限界膜が僅かの距離欠け互に癒合し、この部に小孔状の限界膜欠除部が存し、これによつて細胞質が直接結合しているのが見られる。これを「結合孔」(connecting pore)と呼ぶ(写真1)。細胞側面の細胞限界膜の小皮縁直下の部は、細胞限界膜がやや厚くなり、それに接する細胞質も限局的に電子密度がやや大となり、幅約300~500Å、厚さ約5000Åの電子密度大な部分を形成している(写真1)。これは光顕所見という接合堤(Schlussleisten 又は terminal bars)に相当する部分であろう。

上皮細胞の基底膜においては、この細胞と基底膜との間に二重構造の膜がある。上皮細胞側の電子密度大な層は上皮細胞の限界膜で、所々凹凸を示し細胞側壁部の限界膜に連続する。外側の電子密度大な層は基底膜の限界膜である。基底膜の限界膜は多数の上皮細胞の基底膜限界膜に沿つて連続して存在する。

上皮細胞の細胞質内には種々の超微構造が存する。先にもちよつと触れたが、遊離縁の小絨毛様突起の内側の細胞質内には、比較的電子密度の大な、大小種々の不整形の顆粒が存し、この部に分散しているが、屢々核上部に位置する mitochondria の周辺に集簇している(写真1, 2)。顆粒は相集つて群をなし核上部に及んでいる。この顆粒が何であるかは俄に断言し得ないが、おそらく吸収顆粒であろう。

絨毛上皮細胞の細胞質内の各所に、多数の mitochondria が存在する(写真1, 2)。その超微構造は神経細胞や腺細胞に見られる mitochondria のそれに全く一致する。即ち mitochondria は厚さ約150~180Åの所謂二重膜の構造を有する限界膜を有する。限界膜は夫々約50Åの厚さを示す電子密度大な内外の2層と、その間に挟まれた電子密度小な1層、計3層からなる。外側の電子密度大な層は平滑な膜であるが、内側の電子密度大な層は mitochondria の内腔に襞を出す。襞も亦電子密度大な2層とその間の密度小な1層、計3層からなる。この襞は多くの場合 mitochondria の長軸に直角に多数ならんで位置し、所謂櫛状構造(cristae mitochondriales)を形成している。

絨毛上皮細胞の核上部の細胞質内に、厚さ約180Åの表面平滑な所謂二重構造を呈する薄膜の集積が見られる。この膜は夫々約60Åの厚さを有する電子密度大な層とその間に存する電子密度小な層とからなり、

屢々紆曲して電子密度小な胞を囲んでいる。この構造は、先に本陣(1956)によつて神経細胞の研究において、従来の光顕像に見られる古典的な Golgi 体と呼ばれた構造物と同一のものであることが証明せられた Golgi 薄膜及び Golgi 胞と全く同一の構造特徴を示す。Golgi 薄膜はその表面が平滑で顆粒を有せず、この点が後述の endoplasmic reticulum の薄膜構造と著しく異なる。Golgi 薄膜及び Golgi 胞は核上部の細胞質内に小群をなして存在する。絨毛上皮細胞の Golgi 薄膜の集積は、後述の腸腺の主細胞のそれに比して小である。

そのほか細胞質内に厚さ60~80Åの薄膜に囲まれた小胞状の構造がある。その形は断面において扁平胞状乃至橢円形又は不整形で、薄膜は電子密度小な内腔を囲み、薄膜の外側及び薄膜の間に小顆粒が存する。この構造は神経細胞の Nissl 小体部や、膵腺細胞の好塩基物質の部に電顕によつて見出される endoplasmic reticulum にその構造上一致するが、膵腺細胞に見られる endoplasmic reticulum に比して遙かにその薄膜の胞が小さく、且つ量も著しく少ない。絨毛上皮細胞の endoplasmic reticulum は核上部及び核下部の核周辺部の細胞質内に少量認められるにすぎない(写真2)。

絨毛上皮細胞の核膜は所謂二重膜の構造を呈し、電子密度大な内外の2層と、その間に挟まれた密度小な1層とからなり、全体として多少の凹凸はあるが、約400Åの厚さの膜である。内側の電子密度大な層は平滑であるが、外側のものは多少波状を呈している。又不定の間隔をおいて、上記内外2層の電子密度大な層が結合互に連続し、この部において核の限界膜に相当する膜構造が欠除し、核質と細胞質が直接している。この電顕像は核膜に小孔様の構造即ち「核孔」(nuclear pores)が存在することを示すものである。核質内には直径100~300Åの小顆粒が分散している。核小体は直径約100Åの小顆粒の多数集つた塊状構造として現われ、屢々核膜直下に偏位し、核膜の内側面に接着して存在する。

2. 腸腺の細胞

鉄 haematoxylin 染色標本を光顕によつて検すると、腸腺は絨毛基底部に開口しているが、この部における絨毛上皮細胞と腸腺の細胞との間に明確な差異を見出し難い。腸腺はその多数の細胞が主細胞(Hauptzellen)からなり、基底部には多数の粗大なエオジン好性顆粒(Paneth氏顆粒)を含む少数のPaneth氏細

胞が集簇し、腺底に近い部分の所々に少数の基底顆粒細胞が散見せられる。腺腔内面には絨毛上皮のそれに続く小皮縁が見られるが、その厚さは絨毛部より小で、腺底に近づくとその存在の有無が不確実である。腸腺を構成する個々の細胞の電顕像について次に述べる。

a. 主細胞

主細胞の電顕像は多くの点において絨毛上皮細胞のそれによく似ている。細胞の遊離面には絨毛上皮細胞に見られたと同様な小絨毛様突起が多数ならんで腺腔内に突出している。突起は外面を細胞限界膜によつて限界され、内部は限界膜より電子密度が小で細胞質に連続する。絨毛上皮細胞の場合と異なることは、その長さに可なりな大小が認められることで、その数もやや少ない。隣接する2個の細胞は夫々の限界膜によつて境されているが、時として相隣る2細胞の限界膜の一部が欠除し、この部で2細胞の限界膜が互に結合連続し、夫々の細胞質が直接し、この部に結合孔の構造が見られる(写真4)。無論このような結合孔が全く見られず、明確に2細胞が分離している像にも屢々接する。一般的にいつて、主細胞の細胞側面部の限界膜は、絨毛上皮細胞の場合に比して遙かに緊密に相隣るものが接着している。細胞基底部の限界膜と基底膜との関係は絨毛上皮細胞の場合と全く同一である(写真3)。

細胞質内には多数の mitochondria が存在し、二重構造の限界膜と、その内部に存する cristae mitochondriales とが認められる(写真5)。その大きさ配置等は絨毛上皮細胞の場合に近似している(写真3, 4)。核上部の細胞質内には Golgi 薄膜の集簇とそれに囲まれた大小種々の Golgi 胞とからなる Golgi 体が認められる(写真2)。Golgi 薄膜の集積は絨毛上皮細胞の場合に比して大量であり、時には極めて大となり Golgi 薄膜集塊の周辺に電子密度小な明るい層を有することがある(写真3の下方の細胞)。又これとは別に細胞質内に厚さ約 60~80 Å の薄膜に囲まれた平板状乃至小球状の形を呈する endoplasmic reticulum が存在する。薄膜の外面及び薄膜と薄膜との間には直径 100~400 Å の小顆粒が存在する。endoplasmic reticulum は核周の細胞質に比較的多い。主細胞の endoplasmic reticulum は絨毛上皮細胞のそれよりやや多いが、後述の Paneth 氏細胞や筆者等が同時に検索しつつある神経細胞や脾臓細胞内の endoplasmic reticulum に比して遙かに少量であり、且つその薄

膜の胞は小さい。

主細胞の核の超微構造は、絨毛上皮細胞のそれに略々似ている。即ち二重膜構造及び核孔を有する核膜に限界され、核質内には多数の小顆粒が分散し、小顆粒の集積からなる核小体が認められる(写真3, 5)。屢々核膜が核の内方に湾入し、核膜に盲端に終る陥入の存在することを示す。

b. Paneth 氏細胞

この種の細胞は腸腺々底部に集簇しているが、その位置の関係から腺腔に面する所謂遊離面は狭く、細胞基底部が大で、全体として錐状の形を呈する。遊離面には小絨毛様突起が存在する(写真6)。その超微構造は原則として絨毛上皮の場合と同様であるが、大きさに可なりな大小不同が見られ、且つその数も少ない。長さは 3800~8200 Å (平均 5500 Å)、直径は 700~1000 Å (平均 820 Å) で、絨毛上皮細胞のそれに比して遙かに小である。又その配列は凹凸を示し整然としていない。数個ならんで集つている部の隣に、小絨毛様突起のない部分が屢々認められる。斯かる部に時として細胞限界膜が強く細胞質内に陥入し、大きな胞状の腔が存する(写真6)。その大きさは個々の細胞によつて大小種々である。内腔は電子密度小で、壁は細胞限界膜と同一の薄膜によつて形成されている。この構造の核側の細胞質内には、ほぼこの構造と同様な壁の構造を有する可なり大きな腔を囲む胞が存在する。胞の壁の薄膜の厚さは約 100~150 Å である。筆者等はこれらの構造を「細胞内分泌胞 (intracellular secretory vacuole)」と名付ける(写真6)。その形は断面において円形、楕円形乃至多角形で、数個集つて細胞遊離縁直下の細胞質の大部分を占有している。内腔は電子密度が小で、屢々その中に電子密度の極めて大な円形乃至楕円形の断面を呈する大小種々の球状体を含む。これはおそらく光顕検索に見られる Paneth 氏細胞顆粒と同一のものであろう(写真6)。Paneth 氏細胞顆粒の内部には緊密に密接してならんだ電子密度大な薄膜構造が見られる。1個の細胞内分泌胞中に通常数個認められ、更に遊離面において細胞内分泌胞が腺内腔に開くことによつて、内容である顆粒が放出されんとしている像に接する(写真6)。核の近傍の細胞質内には mitochondria が存する。その超微構造は原則として主細胞のそれと同様で、二重構造の限界膜に囲まれ、内に cristae mitochondriales を含む。mitochondria の数は比較的少ないが、内に含まれる cristae mitochondriales は甚だ多い。核上部には Golgi 薄膜

の集積とこれに囲まれた Golgi 胞とからなる Golgi 体が存在する(写真7)。更に Paneth 氏細胞に甚だ特有なことは、その細胞質内に著明な大型の endoplasmic reticulum が見られることである。即ち核周囲及び細胞基底部の細胞質内には、厚さ約 60~80 Å の平板な薄膜に囲まれた胞と、この薄膜の外表面及び薄膜間に位置する直径約 100~400 Å の小顆粒からなる endoplasmic reticulum が存在する(写真6, 7, 8)。互に連続して平板な胞状乃至やや拡大した不整形の内腔を包む薄膜の内腔に面する面は平滑であるが、外面は顆粒が存するために粗である。endoplasmic reticulum 薄膜の配列は核周及び基底部において特に規則正しく、細胞核を囲んで玉葱の皮のようにほぼ同心性に位置している。核上部においては配列はやや乱れ、不整形の連続した胞を作っている(写真6)。斯るものは屢々細胞内分泌胞に連続している。又核膜の外側に位置する電子密度大な層が、核表面から細胞質内に膨隆し、endoplasmic reticulum 薄膜に連続している(写真8)。このような場合、核膜に存する小孔様の核孔を介して、核小体部の小顆粒が endoplasmic reticulum 薄膜間の小顆粒と連なっているのが見られる。mitochondria 及び Golgi 体は endoplasmic reticulum 薄膜の粗面間の細胞質内に存し、核上部特に Golgi 体の近傍の endoplasmic reticulum 薄膜間には、このほか電子密度大な大小種々の球体が存し(写真7)、細胞遊離面に近い部では細胞内分泌胞の壁に接着又は小型の分泌胞に囲まれている。以上は Paneth 氏細胞の顆粒の形成過程を示すものである。細胞の側壁部においては、Paneth 氏細胞と Paneth 氏細胞とが接する場合には、その限界膜に結合孔が見られるが(写真6)、Paneth 氏細胞と主細胞とが接する部の限界膜には結合孔は認められず、両細胞の限界膜が所々で可なり幅広く分離し、その間に大きな間隙を有する。

Paneth 氏細胞の核は二重構造の核膜に囲まれ、所々に核孔が認められる。核質内には小顆粒が分散し、又小顆粒の集簇からなる核小体が見られる(写真6, 8)。核膜を構成する薄膜中、外膜の電子密度大な層が endoplasmic reticulum 薄膜と密接な関聯を有す

ることは上記のとおりである。

c. 基底顆粒細胞

基底顆粒細胞(enterochromaffin cell)の細胞境界膜は、厚さ約 80 Å の薄膜で、その超微構造は主細胞のそれに近似しているが、主細胞の例に見られるような隣接細胞との間の結合孔による結合構造は見られない。細胞質は腺腔方向にむかつて著明に狭小となつてゐる。細胞質内には糸状乃至球状の断面を示す多数の mitochondria が分散して存し、その超微構造は主細胞のそれに一致する。核上部の細胞質内には Golgi 薄膜及び Golgi 胞からなる Golgi 体が認められる(写真10)。しかし基底顆粒細胞の Golgi 薄膜は量が比較的少ない。その集積は主細胞のそれに比して遙かに小で、Golgi 胞に富む。細胞質内特に核周囲に極めて微細な endoplasmic reticulum が撒布している(写真10)。しかしその量は極めて少なく、Paneth 氏細胞の endoplasmic reticulum に比して著しく異なつた形を示す。endoplasmic reticulum 及び mitochondria の間に多数の小顆粒が見られる。この顆粒は直径 1200~2100 Å (平均 1660 Å) の電子密度大な球体で、細胞基底部から核周に特に多数存在する(写真9, 10)。しかし核の側方更には核上部の細胞質内にも、少数のこの種顆粒が認められる。この顆粒は光顕所見に見られるクローム親和顆粒(chromaffin granules)に相当するものである。写真9及び10は同一細胞から得た連続超薄切片中の2個の切片の電顕像である。写真に示されているように、chromaffin granules は細胞基底部のみならず、核上部にも存在する。写真10中の矢印で示されるように、隣に位置する主細胞との間の限界膜が胞状に基底顆粒細胞内に湾入しているが、両細胞の細胞質は明らかに限界膜によつて境されている。

核膜は二重構造を呈し、その内側の電子密度大な層は平滑であるが、外側のものはやや厚く波状を呈し、屢々細胞質内に膨隆し、endoplasmic reticulum 薄膜に連続する。核膜の所々に核孔が存する。核質内には小顆粒が分散し、核小体は多数の小顆粒の集塊として現われ、屢々核膜内面に接着している。核小体には限界となる膜構造は認められない。

考 按

絨毛上皮細胞の遊離面に存する小皮縁は、Henle (1837)によつてはじめて記述されて以来、既に一世

紀を越える研究史を有する。始めはこの部が明るい均質な一見無構造な層であると考えられたが、Funke

(1856) は家兎の小腸絨毛上皮細胞のこの部に、Welcker (1857) は犬の小腸絨毛上皮細胞のこの部に、夫々表面に垂直に走る線条 (senkrechte Streifung) の存在を記載し、このような線条が細い柱状の細管 (feine zylindrische Porenkanälchen) がこの部に存在するために示される像であり、Porenkanälchen が脂肪の吸収路であろうとの推定を下した。これに反し Brettauer & Steinach (1857) は種々の動物について絨毛上皮細胞を検索し、小皮縁の線条構造が Porenkanälchen の光学的像ではなく、小皮縁には表面に垂直な個々独立した小さな桿状の構造 (Stäbchen) が存在すると考えた。Brettauer 等のこの見解は Lipsky (1867), R. Heidenhain (1888), Nicolas (1891), Flemming (1898) 等によつて支持された。以上のように小皮縁の構造に関しては、その研究の初期から、この部に平行した Porenkanälchen が存するとする Kanälchentheorie (小管説) と、小桿状の突起の存在を主張する Stäbchentheorie (小桿説) の対立があつたわけである。今世紀に入ると、小桿説が多くの研究者によつて支持され優位を示し、その著明なものとして Zipkin (1904), Schaeppi (1916), Clara (1926) 等の研究がある。彼等によると、小皮縁は幅の広い外桿 (Aussenglied 又は äussere Zone) と狭い内桿 (Innenglied 又は innere Zone) とからなり、内桿が細胞質に附着する部の細胞質部に、Basallellipsoid と呼ぶ楕円体があり、内桿と外桿の境目には小球状の Grenzkorn が存在し、又種々の基礎物質が桿状体間の腔に存在するという。Patzelt (1936) は桿状体の直径は約 0.5μ であると述べ仮想図を呈出している。しかし一部に異論がなかつたわけではない。Thanhoffer (1931) は蛙の腸上皮細胞の小皮縁を小針をもつてする顕微解剖法によつて検索し、小皮縁は均質な軟い物質塊からなり、針を小皮縁に挿入してもその構造を破壊せず、この部が細胞質と結合している徴候を認めず、小皮縁の線状は形態的な特性でなく、単なる光学的な特性にすぎないと結論した。又近くは Baker (1942) は種々の動物の小皮縁を各種の固定染色を施して検索し、小桿説に反対し、小皮縁が紡錘形の多数の小管によつて貫かれた物質の連続相であるとし、再び一世紀前の小管説を支持するに至つている。

超薄切片法による電顕検索がなされ、その超微構造が明らかとなつた現在から見ると、光顕検索に基く過去の小皮縁に関する記述の多くが極めて空想的であると断ぜざるを得ない。筆者等の電顕所見から明らかな

ように、小皮縁部の小絨毛様突起は極めて細く、その直径が 0.1μ 以下の数値を示すことは注目すべきことで、このことは小皮縁を構成する個々の小絨毛様突起が、如何にしても光顕によつてこれを識別し得ないことを示すものである。即ち電顕検索によつてはじめてその微細構造が明示されたわけである。Patzelt (1936) が所謂 Stäbchen の直径としてあげた 0.5μ の数値と、筆者等の電顕像に見られる小絨毛様突起の直径の平均値 960Å とを比較するならば、従来光顕検索にいう Stäbchen が全く空想的であり、臆測に基くものであることは今や明瞭である。同様なことは Baker (1942) の述べている直径 0.5μ の小管構造に対してもいうことが出来る。最近 Granger & Baker (1950) は成熟白鼠の腸絨毛上皮細胞において、筆者等の見た小絨毛様突起に類似する細胞質の突起の存在を電顕によつて示した。しかし彼等の組織切片は厚いため、突起の微細構造はなお明確さを欠く点が多い。筆者等の今回の研究によつて、小皮縁における小絨毛様突起の形、大きさ、分布が明らかとなり、その内部構造特に細胞質及び細胞限界膜との相関が明瞭となつた。以上の絨毛上皮細胞に存するものに類似の小絨毛様の突起は、Pease & Baker (1950), Sjöstrand & Rhodin (1953), Rhodin (1954) 等によつて腎尿管上皮細胞において、Odor (1954) によつて白鼠漿膜細胞において、Yamada (1955) によつて胆嚢上皮細胞において電顕検索の結果見出されている。これら各種細胞に在する小絨毛様突起は長さ、直径、分布、数量等が細胞の種類によつて種々異なるが、その基本的な超微構造は筆者等の絨毛上皮細胞の小絨毛様突起の所見によく一致する。小絨毛様突起の存在する結果、絨毛上皮細胞の遊離面は著しく大となつている。おそらくこの構造は物質吸収機転に密接な関係を有すると推測される。

筆者等が見出した小絨毛様突起の基部の間に開口する細胞内小穴は、Palade (1953) が内被細胞において、Yamada (1955) が胆嚢上皮細胞に見た小穴構造によく似ている。その内腔を限る限界膜の外面に接する細胞質及びこれから細胞の核上部に亘る間の細胞質内に存する電子密度大な大小の顆粒は吸収顆粒と推定される。従つて細胞内小穴の存在は絨毛上皮細胞の遊離面を更に大としているわけである。Zipkin (1904), Clara (1926) 等の光顕所見による Basallellipsoid 及び Grenzkorn は、電顕像においてはこれを見出すことが出来ない。若し斯かる構造が実在するとすれば電顕像に現われるはずで、而も小絨毛様突起の大きさか

ら考えて、彼等の報告したものより遙かに小さなものでなければならぬ。おそらく彼等は電顕像に見られる吸収顆粒を染色標本において遙かに大きな球体が存在すると誤つて臆測したものと考えられる。

Cohn (1895), Zimmermann (1898) 等の光顕検査によると、相隣接する絨毛上皮細胞や腸腺々細胞の遊離面に近い境の部には、セメント物質からなる接合堤 (Schlussleisten) が存在し、細胞間を結合しているという。これに反し Kolossov (1898) は接合堤と呼ばれるものは細胞膜が癒合した線にすぎぬとし、又 Chlopkow (1928) はセメント物質中に細胞を結合する繊維が存在するとし、接合堤の交点に染色性の大きな顆粒や小孔の存在を主張した。筆者等の電顕像では、所謂接合堤はその部の細胞限界膜それ自身が肥大し、その近くに細胞質内の物質が集つたものとして現われる。即ち筆者等の所見によつて、特定のセメント物質や繊維構造が存在するわけではなく、接合堤と呼ばれる部分は細胞限界膜及び細胞質成分によつて構成されていることが明らかとなつた。

絨毛上皮細胞相互間に存する細胞間の腔に関しては、Champy (1911), Chlopkow (1928) 等によつて光顕検査がなされ、この部を細胞液及び白血球が通過すると考えられた。この腔を横切つて細胞相互間を結合する細胞間橋 (Interzellulärbrücken) が存在すると Grünhagen (1887), R. Heidenhain (1888), Nicolas (1891), Cohn (1895), Saint-Hilaire (1903), Reuter (1903), M. Heidenhain (1912), Schaeppi (1916) 等は述べているが、斯かる細胞間橋は死後変化か又は固定後の細胞の収縮によるものとして、その存在を否定する人々も少なくない (Luna 1911 等)。筆者等の電顕検査により、絨毛上皮細胞・主細胞・Paneth 氏細胞の細胞限界膜の一部が欠除し、相隣る限界膜が互に結合し、2細胞間に結合孔が存在することが明らかとなつた。しかしその大きさは光顕にいう細胞間橋より遙かに小さなものである。

絨毛の頂点から絨毛基底部にくだるに従つて小皮縁の層の厚さが小となることは光顕像によつて既に認められ、Clara (1926) は腸腺主細胞において小皮縁が変化することを述べているが、電顕像には小絨毛様突起に長短種々の相が現われ、その数も比較的減少する。しかしながら絨毛上皮細胞の小絨毛様突起と腸腺主細胞のそれとの超微構造は基本的には極めて類似し、これら兩種細胞の mitochondria・Golgi 体その他細胞内構造は極めてよく似ており、その差は本質的な

ものではない。元来絨毛上皮細胞が吸収上皮細胞であることには多くの研究者間に異論のないところであるが、腸腺主細胞の機能に関しては種々の異論がある。成熟した動物の絨毛基部上皮及び腸腺主細胞には多数の細胞分裂像が見られるが、Bizzozero (1888, 1889, 1892, 1893) はこの光顕所見に基き、腸腺主細胞は変性脱落する絨毛上皮細胞の生成点であると述べ、これに賛する多数の研究者がある。これに反し、主細胞内に分泌顆粒が見られるとして、Zipkin (1904), Clara (1926), Macklin & Macklin (1932) 等は主細胞が分泌能を有すると主張している。筆者等の電顕検査では、主細胞細胞質内に特殊な分泌顆粒と思われる像の存在に未だ接しない。

小腸上皮細胞の mitochondria については、Champy (1911), 北村 (1928), 渡辺 (1932), 斎藤 (1933 a, b, c), 花沢 (1933), 吉田 (1934), 宮沢 (1935), 沢田 (1935), 白井 (1940) 等の詳細な光顕検査による報告がある。絨毛上皮細胞及び腸腺の各種腺細胞中に見られる mitochondria は、既に述べたような特殊な超微構造を電顕像中に呈示する。即ち二重膜の構造を有する被膜と、内側の膜によつて内部に構成される櫛状構造で、これは Palade (1952) によつて各種細胞の mitochondria に見出された mitochondria の超微構造の特徴とよく一致する。各種腸上皮細胞間の差異としては、Paneth 氏細胞の mitochondria の cristae mitochondriales が他種細胞のそれより多数且つ緻密に mitochondria の内部に充満しているのが見られるほか、特殊な構造特徴は見出し得なかつた。

Golgi 体に関しても無数の光顕検査結果が報告されているが (北村, 1928; 石丸, 1931; 浜崎, 1932; 花沢, 1933; 渡辺, 1933; 宮沢, 1935; 沢田, 1935; 白井, 1940), 筆者等の電顕像に見られる Golgi 薄膜及び Golgi 胞は、さきに Honjin (1956) によつて神経細胞に見出され、光顕材料の電顕検査の結果、古典的な意味における Golgi 網と同一のものの超微構造であることが証明せられた Golgi 薄膜及び Golgi 胞の超微構造に原則的に一致する。又筆者等が見た Golgi 体の超微構造は、Dalton & Felix (1953, 1954), Sjöstrand & Hanzon (1954), Rhodin (1954) が畢上体・脾・腎などの細胞において記述した Golgi 体の超微構造とも略々一致する。Golgi 薄膜及び Golgi 胞からなる Golgi 体が真の細胞内構造であり、Walker & Allen (1927), Covell & Scott (1928), Baker (1953, 1954) 等が説くような人工産物で決してないこと

は、Golgi 体部に既述のような特定の細胞内超微構造が存在するという事実がよく示している。Golgi 薄膜及び Golgi 胞と古典的 Golgi 体の同定に関しては既報を参照されたい (Honjin, 1956)。

細胞質内に存在する薄膜に囲まれた小腔と薄膜の外表面及びその間に存在する小顆粒とからなる構造は、近時電顕研究によつて、肝・膵その他の腺細胞において、Dalton (1951), Bernhard, Haguenu, Gautier & Oberling (1952), Palade & Porter (1952), Sjöstrand (1953), Weiss (1953)等によつて見出され、夫々 cytoplasmic lamellae・filaments torsadées・endoplasmic reticulum・cytoplasmic double membranes・ergastoplasmic sacs等と呼ばれている構造に全く一致する。筆者等は仮に本論文においては endoplasmic reticulum と呼んだが、この構造は又神経細胞の Nissl 小体部に塊状に集簇していることが最近明らかにされ (Palay & Palade 1955, Honjin 1956), 所謂細胞の塩基好物質の存在部位の特有な超微構造であり、本陣 (1957, a, b, c) によつてその塩基好性の原因である pentose nucleoprotein を含む細胞内物質の超微構造であることが指摘せられたものである。endoplasmic reticulum は腺細胞や神経細胞のみならず、Schwann 氏細胞 (本陣, 1957 a, c), 神経膠細胞 (本陣, 1957 a, c), 精子細胞 (平井, 1957), その他種々の細胞の細胞質内にも比較的小量であるがその存在が認められている。小腸粘膜の上皮細胞中では、前述のように Paneth 氏細胞において特に著明に認められたが、絨毛上皮細胞・腸腺主細胞・基底顆粒細胞においては不著明で、これら細胞の endoplasmic reticulum 薄膜の小胞は小さく、顆粒も極めて少く、特に絨毛上皮細胞においてこの傾向が強い。

Paneth 氏細胞の電顕検索に基く報告は未だこれに接しない。Paneth 氏細胞の腺腔面の所謂 Stäbchenstruktur が存在するか否かは、古く Schaffer (1891) によつて否定的な意見が発表されているが、筆者等の電顕検索によつて、絨毛上皮の場合より遙かに少ないが、小絨毛様突起の存在が確認せられた。核下部の細胞質は光顕所見において塩基性色素に強い親和性を示し、Klein (1906) はこの部に所謂 Basalfilament と同一性格のもので prozymogenic な性質を有する繊維状の構造が存すると述べているが、これは電顕像において核周核下部に著明に現われる endoplasmic reticulum に相当するものである。光顕検索によつて Eklöf (1914), 渡辺 (1932) 等は Paneth 氏細胞

の mitochondria が他種の細胞のそれより数が少なく、核下部のものは細く、核上部のものは太く、核上部のものが肥大して分芽を生じ、これが分泌顆粒のもとになると考え、Mols (1930) も亦 mitochondria が細片に分裂し、細胞遊離面下にある胞状体の間に入り、Paneth 氏顆粒と同じ大きさになると述べ、浜崎 & 守 (1934) は分泌顆粒は mitochondria に由来すると主張しているが、筆者等の電顕像においては、細胞の遊離面に近い細胞質部に群集する細胞内分泌液中に大小の Paneth 氏顆粒が見られ、これがおそらく遊離面に開いて、小絨毛様突起の間に存する陥入腔を作り、同時に顆粒が腺腔に放出されるものと考えられる。cristae mitochondriales に富む腫大した mitochondria と Paneth 氏顆粒との間に種々の移行型が電顕像中に示されることは、mitochondria が Paneth 氏顆粒形成の主役をなしていることを示すものである。Paneth (1888) はこの顆粒が新鮮時には強く光を屈折し、水に強い抵抗力を示すことを報じ、Klein (1906) はこの顆粒が ether・alcohol・弱酸などによく溶けることを報告しているが、このことはこの顆粒が lipids を多量に含むことを暗示するもので、電顕像に見られる Paneth 氏顆粒中の薄膜構造中に lipids 層が関与することを示している。

基底顆粒細胞はその核下部の細胞質内に多数の微細顆粒を含むことを以て特徴とされ、Hamperl (1925) は基底部のみならず稀に核上部にも顆粒の存在することを報告している。筆者等ははじめて基底顆粒細胞の電顕像を得たが、基底部には大量の顆粒が存在するが、核上部の細胞質内にも少数ではあるが顆粒が認められた。顆粒は Kultschitzky (1897) によつて acidophilic であり、Masson (1928, 1930) によつて銀塩を還元する性質を有することが指摘されているが、電顕には電子密度の大な小球体として現われている。Hamperl (1925) は光顕像では基底顆粒細胞の細胞質は染色性弱く明調であると述べているが、これは細胞質内に塩基好物質が少ないことを示すもので、筆者等のこの種細胞の電顕像においてその endoplasmic reticulum が極めて少ないこととよく一致する。基底顆粒細胞の mitochondria 及び Golgi 体に関しては Kull (1925), Hamperl (1925), Clara (1932), 鄭 & 李 (1939), 守 (1935), 奥田 (1935) 等の光顕検索に基く報告があるが、彼等によると多くの場合 Golgi 体は核上部に存在するという。筆者等の電顕像も核上部に Golgi 薄膜及び Golgi 胞の存在を示している。

結 論

廿日鼠小腸粘膜の超薄切片を電子顕微鏡によつて検し、次のような結果を得た。

1. 絨毛柱状上皮細胞の所謂有線小皮縁は、細胞質から細胞遊離面に垂直に突出した多数の「小絨毛様突起」からなる。小絨毛様突起の形は先端が丸味を帯びた細円柱形で、表面は細胞限界膜に覆われ、内部は細胞質に連続する。その長さは平均 0.64μ 、その直径は平均 0.09μ を示し、細胞の遊離面 $1\mu^2$ 中に平均 41個存在する。電顕によつて示された小絨毛様突起の直径の数値は、個々の小絨毛様突起が普通光学顕微鏡の検索では識別し得ないことを示している。

2. 腸腺の主細胞及び Paneth 氏細胞の腺腔面にも小絨毛様突起が存在する。絨毛上皮細胞の場合に比してその数が少なく、且つ長さが不揃である。この傾向は Paneth 氏細胞の場合には著明である。

3. 小絨毛様突起の基部の所々に、その間に開く短かな盲管構造の「細胞内小穴」が存在する。

4. 絨毛上皮細胞・腸腺の主細胞・Paneth 氏細胞の細胞側壁部の細胞限界膜は、所々に小穴様に欠除し、相隣る 2細胞の細胞質はこの「結合孔」を介して直接している。

5. 細胞基底部の限界膜は多少の凹凸を示すが、基底膜に略々平行している。

6. 絨毛上皮細胞の小皮縁下の細胞質内には大小の顆粒が存し、屢々この部の mitochondria の周辺に集簇している。この顆粒は「吸収顆粒」に相当するものと推定される。

7. 各種の小腸上皮細胞内の mitochondria は二重膜の構成を有する被膜と、その内部に存する cristae mitochondriales を示す。

8. 各種細胞の Golgi 体は、Golgi 薄膜及びこれに囲まれた Golgi 胞とからなり、核上部の細胞質内に位置する。

9. 各種細胞の細胞質内には、薄膜に囲まれた種々の形の胞と、薄膜の外表面及びその間に多数存する小顆粒とからなる endoplasmic reticulum が存する。Paneth 氏細胞においては、endoplasmic reticulum 薄膜の胞は著しく大で且つ多量に存し、核の周囲を取り巻く。他の細胞においては、これに比してその endoplasmic reticulum は極めて小さく且つ少ない。

10. 腸腺の主細胞において、分泌顆粒と思われるものの存在を確認し得なかつた。

11. Paneth 氏細胞の核上部より小皮縁下の部の細胞質内には、大小種々の「細胞内分泌胞」が存し、その内部に電子密度大な大小種々の球体が存する。これは Paneth 氏細胞の顆粒である。細胞内分泌胞は屢々小絨毛様突起の間に開いている。Paneth 氏細胞の mitochondria は cristae mitochondriales に富み、これと Paneth 氏細胞顆粒との間に種々の移行像が見られる。

12. 基底顆粒細胞の細胞質内には、電子密度大な球状の小顆粒がある。これは chromaffin granules である。顆粒は主として核下部に存するが、その一部は核の側方及び核上部にも分散している。

13. 各種細胞の核膜は所謂二重構造を呈し、所々に小孔様の「核孔」を有する。この部では核質と細胞質が直接している。

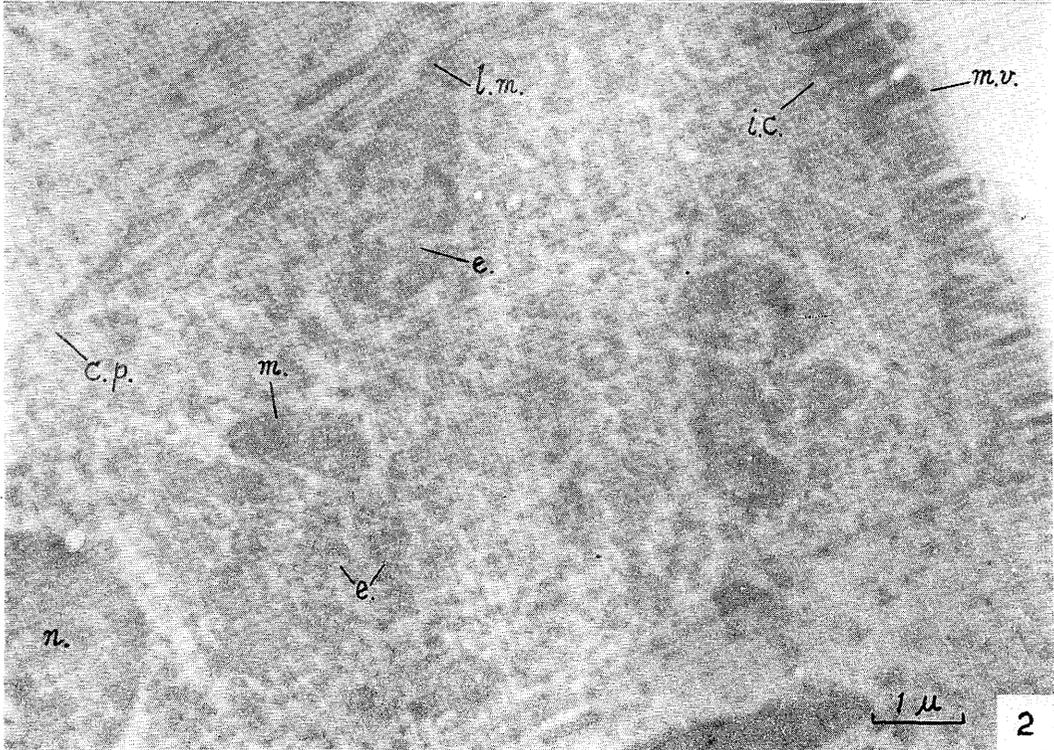
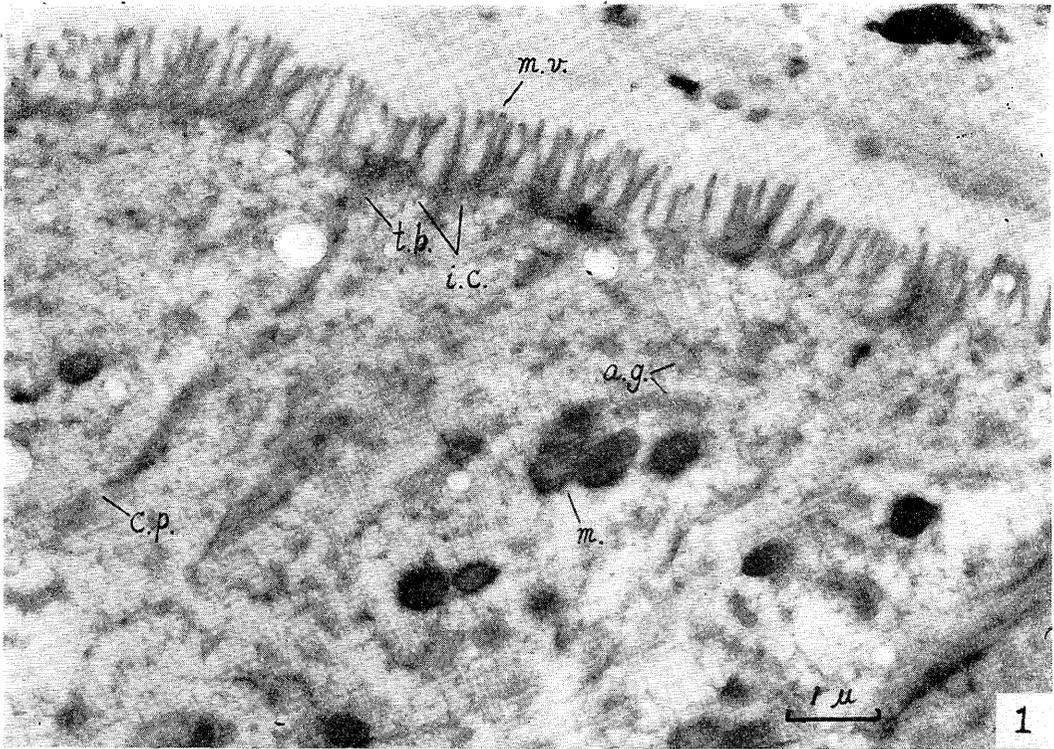
14. 各種細胞の核質には小顆粒が分散して存し、核小体は多数の小顆粒の集簇からなる。

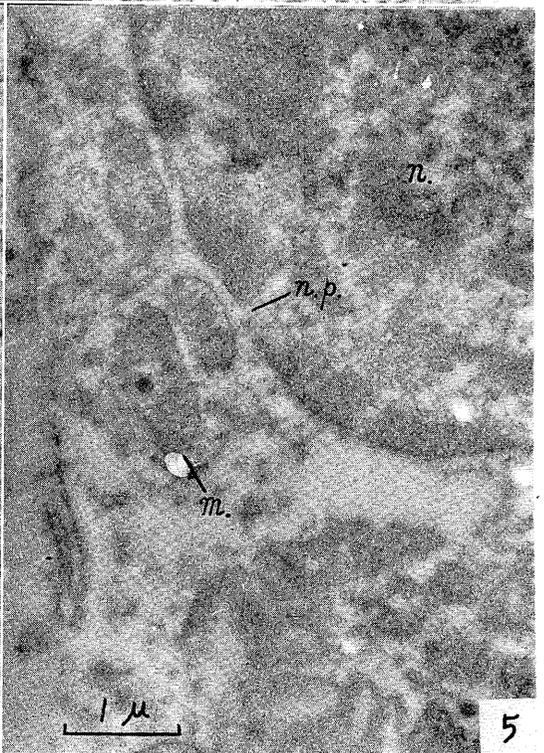
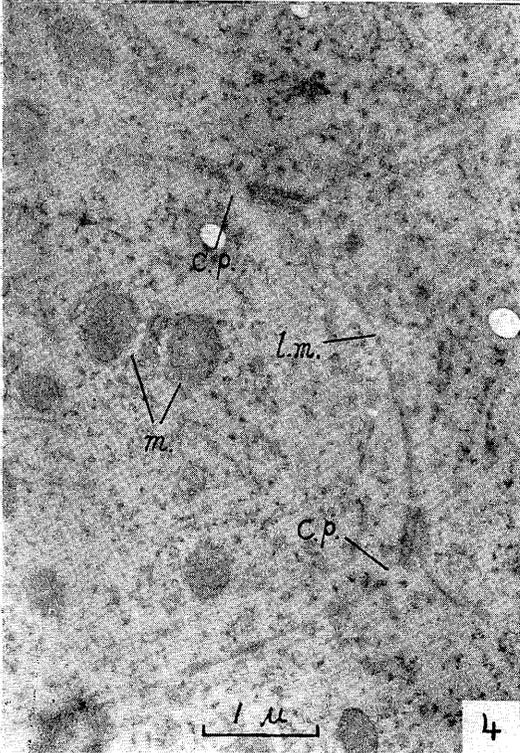
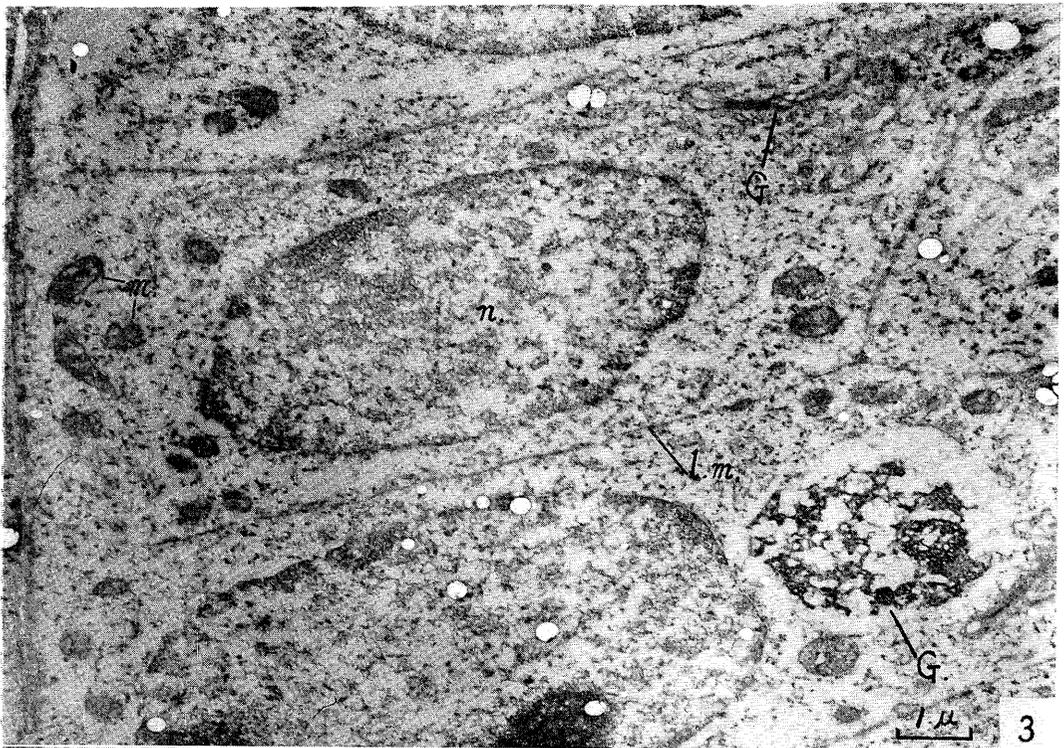
文 献

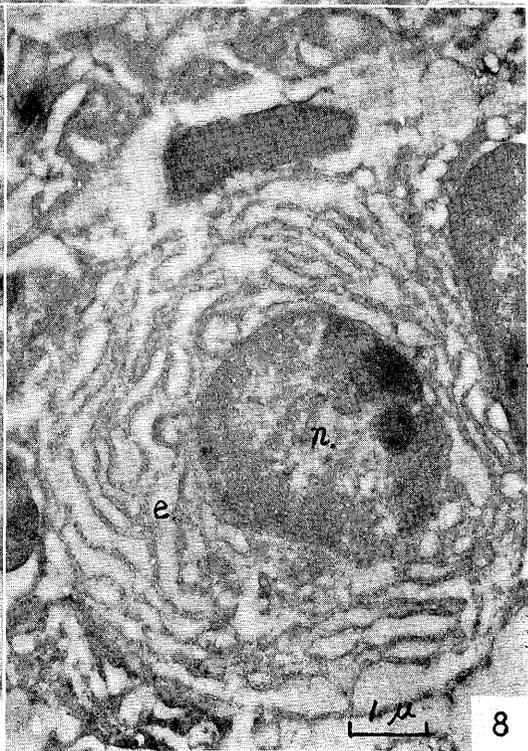
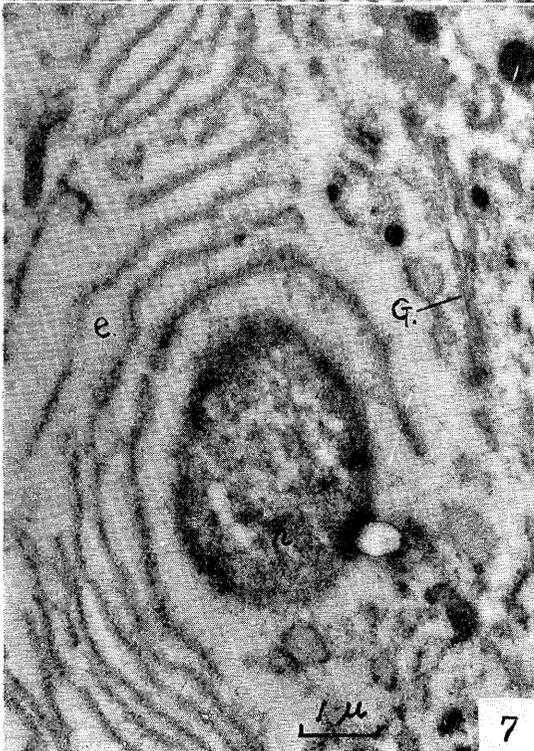
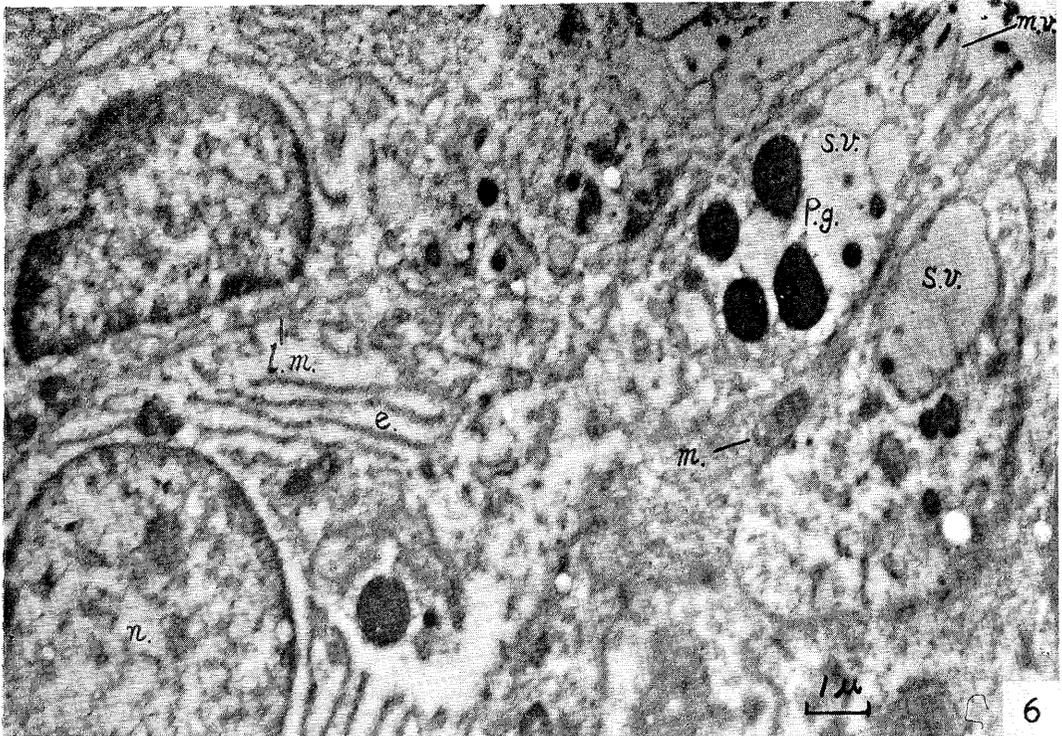
- 1) Baker, J. R. : Quart. J. Micr. Sci., 84 : 73, 1942. 2) Baker, J. R. : Nature, 172 : 617, 1953. 3) Baker, J. R. : J. Roy. Micr. Soc., 74 : 217, 1954. 4) Bernhard, W., F. Haguenu, A. Gautier & Ch. Oberling : Z. Zellforsch., 37 : 281, 1952.
5) Bizzozero, G. : Anat. Anz., 3 : 781, 1888.
6) Bizzozero, G. : Arch. mikr. Anat., 33 : 216, 1889. 7) Bizzozero, G. : Arch. mikr. Anat., 40 : 325, 1892. 8) Bizzozero, G. : Arch. mikr. Anat., 42 : 82, 1893. 9) Brettauer, J. & S. Steinach : Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math-naturwiss. kl., 23 : 303, 1857 (Patzelt, V. 1936 による).
10) Champy, C. : Arch. d'anat. micr., 13 : 55, 1911. 11) Chlopkow, A. : Z. Zellforsch., 7 : 502, 1928. 12) Clara, M. : Z. mikr-anat. Forsch., 6 : 1, 1926.

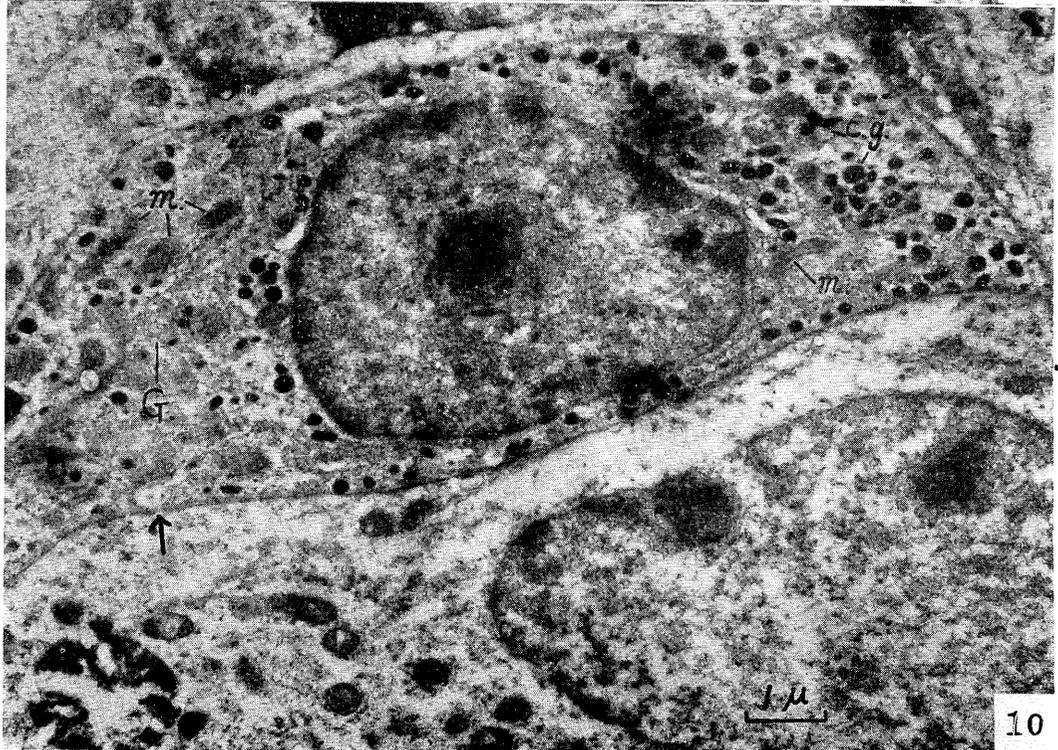
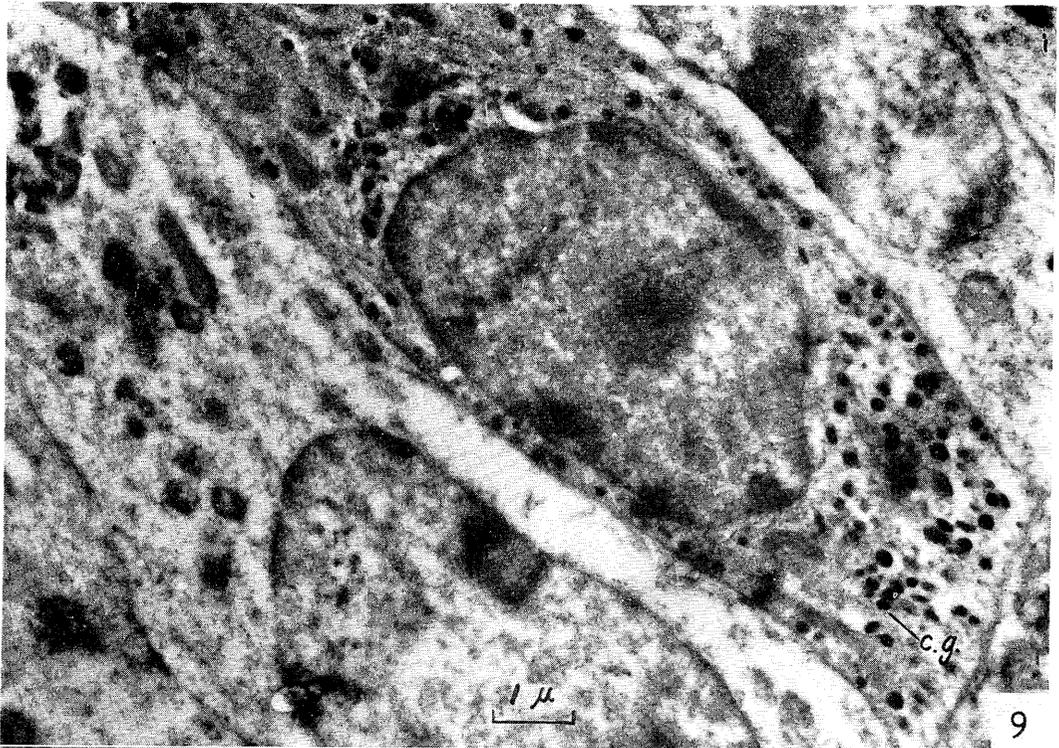
- 13) Clara, M. : Z. mikr-anat. Forsch., 30 : 467, 1932. 14) Cohn, Th. : Anat. Hefte, 5 : 295, 1895. 15) Covell, W. P. & G. H. Scott : Anat. Rec., 38 : 377, 1928. 16) Dalton, A. J. : Am. J. Anat., 89 : 109, 1951. 17) Dalton, A. J. & M. D. Felix : Am. J. Anat., 92 : 277, 1953. 18) Dalton, A. J. & M. D. Felix : Am. J. Anat., 94 : 171, 1954. 19) Eklöf, H. : Anat. Hefte, 51 : 1, 1914. 20) Flemming, W. : Münch. med. Wschr., Jg. 1898 : 1546, 1898. 21) Funke, O. : Z. Zool., 7 : 315, 1856.. 22) Granger, B. & R. F. Baker : Anat. Rec., 107 : 423, 1950. 23) Grünhagen, A. : Arch. mikr. Anat., 29 : 139, 1887. 24) 浜崎元 : 解剖学雑誌, 5 : 448, 1932. 25) 浜崎元 & 守克己 : 解剖学雑誌, 7 : 613, 1934. 26) Hamperl, H. : Z. mikr-anat. Forsch., 2 : 506, 1925. 27) 花沢久栄 : 新潟医科大学病理学教室研究報告, 35 : 1, 1933. 28) Heidenhain, M. : Anat. Anz., 40 : 102, 1912. 29) Heidenhain, R. : Pflügers Arch., 43 : Supp., 1, 1888. 30) Henle, J. : Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium, imprimis eorum epithelii et vasorum lacteorum. Commentatio academica Berolini 1837. (Patzelt V., 1936 による). 31) 平井善昭 : 十全医学会雑誌, 59 : 589, 1957. 32) Honjin, R. : Folia Anat. Japonica, 29 : 117, 1956. 33) 本陣良平 : 細胞化学シンポジウム, 5 : 109, 1957 a. 34) 本陣良平 : 生体の科学, 8 : 110, 1957 b. 35) 本陣良平 : 総合医学, 14 : 673, 1957 c. 36) 石丸士郎 : 十全医学会雑誌, 36 : 637, 1931. 37) 北村勇三 : 解剖学雑誌, 1 : 22, 1928. 38) Klein, S. : Am. J. Anat., 5 : 315, 1906. 39) Kolossow, A. : Arch. mikr. Anat., 52 : 1, 1898. 40) Kull, H. : Z. mikr-anat. Forsch., 2 : 163, 1925. 41) Kultschitzky, M. : Arch. mikr. Anat., 49 : 7, 1897. 42) Lipsky, A. : Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math-naturwiss. kl., 55 : 183, 1867 (Patzelt, V. 1936 による). 43) Luna, E. : Anat. Anz., 38 : 17, 1911. 44) Macklin, Ch. C. & M. T. Macklin : The intestinal epithelium. Cowdry's Special Cytology, 2nd Edition I : 231, 1932. 45) Masson, P. : Am. J. Pathol., 4 : 181, 1928. 46) Masson, P. : Am. J. Pathol., 6 : 499, 1930. 47) 宮沢国丸 : 実験医学雑誌, 19 : 1315, 1935. 48) Mols, G. : Arch. de Biol., 40 : 111, 1930. 49) 守克己 : 長崎医学会雑誌, 13 : 929, 1935. 50) Newman, S. B., E. Borysko & M. Swerdlow : Science, 110 : 66, 1949. 51) Nicolas, A. : Internat. Mochr. Anat. Physiol., 8 : 1, 1891 (Macklin & Macklin 1932 による). 52) Odor, D. L. : Am. J. Anat., 95 : 433, 1954. 53) 奥田政一 : 解剖学雑誌, 8 : 113, 1935. 54) Palade, G. E. : Anat. Rec., 114 : 427, 1952. 55) Palade, G. E. : J. App. Physics, 24 : 1424, 1953. 56) Palade, G. E. & K. R. Porter : Anat. Rec., 112 : 370, 1952. 57) Palay, S. L. & G. E. Palade : J. Biophys. Biochem. Cytol., 1 : 69, 1955. 58) Paneth, J. : Arch. mikr. Anat., 31 : 113, 1888. 59) Patzelt, V. : Der Darm. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, V-3 : 1, 1936. 60) Pease, D. C. & R. F. Baker : Am. J. Anat., 87 : 349, 1950. 61) Reuter, K. : Anat. Hefte, 21 : 123, 1903. 62) Rhodin, J. : Correlation of ultrastructural organization and function in normal and experimental changed proximal convoluted tubule cells of the mouse kidney. Stockholm, 1954. 63) Saint-Hilaire, C. : Anat. Anz., 22 : 489, 1903. 64) 齋藤竜三 : 実験医学雑誌, 17 : 611, 1933a. 65) 齋藤竜三 : 実験医学雑誌, 17 : 828, 1933b. 66) 齋藤竜三 : 実験医学雑誌, 17 : 903, 1933c. 67) 沢田栄三郎 : 実験医学雑誌, 19 : 385, 1935. 68) Schaffer, J. : Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math-naturwiss. kl., III, 100 : 440, 1891 (Patzelt, V 1936 による). 69) Schaeppi, Th. : Arch. mikr. Anat., 87 : 341,

本陣、泉、大和、奥村論文附図 (1)









1916. 70) 白井辰一 : 千葉医学会雑誌, 18 : 461, 1940. 71) Sjöstrand, F. S. : Nature, 171 : 31, 1953. 72) Sjöstrand, F. S. & V. Hanzon : Exp. Cell Research, 7 : 415, 1954. 73) Sjöstrand, F. S. & J. Rhodin : Exp. Cell Research, 4 : 426, 1953. 74) 鄭一干 & 李德鎬 : 解剖学雑誌, 13 : 579, 1939. 75) Thanhoffer, L. v. : Arch. exp. Zellforsch., 11 : 295, 1931. 76) Walker, C. E. & M. Allen : Proc. Roy. Soc. B., 101 : 468, 1927. 77) 渡辺保 : 福岡医学雑誌, 25 : 2340, 1932. 78) 渡辺保 : 福岡医学雑誌, 26 : 9, 1933. 79) Weiss, J. M. : J. Exp. Med., 98 : 607, 1953. 80) Welcker, H. : Z. rationelle Med., Neue Folge, 8 : 225, 1857 (Patzelt, V. 1936 による). 81) Yamada, E. : J. Biophys. Biochem. Cytol., 1 : 445, 1955. 82) 吉田定男 : 医学研究, 8 : 1439, 1934. 83) Zimmermann, K. W. : Arch. mikr. Anat., 52 : 552, 1898. 84) Zipkin, R. : Anat.-Hefte, 23 : 113, 1904.

写真説明

略号解

- a. g., 吸収顆粒
c. g., chromaffin 顆粒
c. p., 結合孔
e., endoplasmic reticulum
G., Golgi 体
i. c., 細胞内小穴
l. m., 細胞限界膜
m., mitochondria
m. v., 小絨毛様突起
n., 核
n. p., 核孔
P. g., Paneth 氏顆粒
s. v., 細胞内分泌胞
t. b., 接合堤

Plate 1.

写真 1. 絨毛柱状上皮細胞の縦断像。小絨毛様突起・細胞内小穴・接合堤・細胞限界膜の結合孔を示す。× 12,000.

写真 2. 絨毛上皮細胞の縦断像。小絨毛様突起・細胞内小穴・結合孔・mitochondria・endoplasmic reticulum・核を示す。× 12,000.

Plate 2.

写真 3. 腸腺の主細胞の斜断像。左方が細胞基部。上方の細胞には小型の、下方の細胞には大型の Golgi 体が現われている。× 9,100.

写真 4. 腸腺の主細胞の横断像。mitochondria・細胞限界膜及びその結合孔を示す。× 15,000.

写真 5. 腸腺の主細胞。二重構造の核膜及び核孔・mitochondria を示す。× 15,000.

Plate 3.

写真 6. Paneth 氏細胞の縦断像。小絨毛様突起・細胞内分泌胞・Paneth 氏細胞顆粒・mitochondria・endoplasmic reticulum・核を示す。× 7,800.

写真 7. Paneth 氏細胞の斜断像。中央は核の断面。endoplasmic reticulum・Golgi 体・mitochondria を示す。× 10,500.

写真 8. Paneth 氏細胞の核の高さにおける横断像。核及び endoplasmic reticulum を示す。核膜と endoplasmic reticulum との関聯に注意。× 10,500.

Plate 4.

写真 9 及び 10. 同一の基底顆粒細胞の連続超薄切片中の 2 つの電顕写真。mitochondria・chromaffin granules・Golgi 体を示す。矢印は隣の主細胞の突起がこの細胞内に入り込んでいる部を示す。× 10,500.