

# マンソン裂頭条虫擬充尾虫の感覚細胞の 微細形態

鳥居本美

(昭和58年1月5日 受領)

**Key words:** cestode, *Spirometra erinacei*, sensory receptors, sense organs, ultrastructure

## 緒言

一部の寄生扁形動物では、宿主への移行過程において幼虫が種々の化学的・物理的刺激に反応して特有の行動を示すことが報告されている (Cable, 1972; Llewellyn, 1972). これらの行動には感覚系および神経系が深く関与するものと推測されるが、その解析は最近までほとんど進められていない。その最大の理由は、虫体が小さいために通常の電気生理学的手法が適用困難であること、あるいは寄生扁形動物の神経系を鍍銀染色法によつて染め出すことが必ずしも容易ではないことにあると思われる。最近、一部の単世類や二世類で形態学的に異なる数種類の感覚受容器が存在することが報告されてはいるものの (Lyons, 1969a, b; Wilson, 1970; Morris, 1971; Nuttman, 1971; Matricon-Gondran, 1971; Fujino *et al.*, 1979), これらの感覚受容器がどのような感覚の種類に対応するかは現在のところ推測の域を出ていない。一方、条虫類では感覚受容器の形態学的研究は少なく、Morseth (1967) 以後の電子顕微鏡を用いた研究によつて、数種の条虫で感覚受容器の存在が報告されているにすぎない。そして、条虫類の感覚受容器には線毛を有するものと線毛を欠くものとの2種類が存在することが示唆されているが (Whitfield, 1979), その電子顕微鏡レベルにおける構造解析は十分になされていない。

著者は、各種寄生動物の感覚系および神経系の系統的形態解析を意図しているが、本論文ではマンソン裂頭条虫 *Spirometra erinacei* (Rudolphi, 1819) 擬充尾虫の感覚受容器、および従来ほとんど微細構造上の知見が得

愛媛大学医学部寄生虫学教室

られていなかった感覚細胞体について、光学顕微鏡および電子顕微鏡を用いて観察した結果を報告する。

## 材料および方法

材料としたマンソン裂頭条虫擬充尾虫は、愛媛県南部で捕獲したシマヘビ *Elaphe quadrivirgata* とヤマカガシ *Rhabdophis tigrinus* の皮下より採取し、マウスの皮下に接種しておいたものを適宜使用した。

擬充尾虫は、0.1M リン酸緩衝6%グルタルアルデヒド (pH 7.2) と2%オスミウム酸水溶液で二重固定した後、3%酢酸ウラニル50%メタノール溶液でブロック染色した。上昇エタノール系列で脱水した後、試料はEpon 812に包埋した。光学顕微鏡用切片は、Porter-Blum 型マイクロトームにて厚さ0.5 $\mu$ mの連続切片を作成し、リン酸緩衝0.5%トルイジン青染色を施した。電子顕微鏡用切片は、Porter-Blum 型マイクロトームにて厚さ約50nmの超薄切片を作成し、酢酸ウラニルと水酸化鉛の二重染色を行なった後、日立 HU-12A 型電子顕微鏡を用いて観察した。

## 結果

### I. マンソン裂頭条虫擬充尾虫頭部の一般的組織構築と感覚受容器の分布

よく伸展した状態で固定された擬充尾虫の頭端から約500 $\mu$ mの範囲を観察した。この範囲には擬充尾虫の吸溝部が含まれる。虫体内には縦走する左右一対の総排泄管とその両外側に位置する神経幹および多数の石灰小体や種々の方向に走行する筋線維が認められる。合胞細胞性の外皮の核部は基底膜直下を走行する筋層を貫き深く陥入して位置している (Figs. 1, 2).

光学顕微鏡切片において頭部の外皮に多数の染色されない部分が観察される (Fig. 1) が、電子顕微鏡による観察から、これらが外皮を貫く感覚受容器であることが確認された。また、外皮内にあつて外界に露出しない感覚受容器が存在することも観察された (Fig. 2)。光学顕微鏡用の連続切片を詳細に観察すると、このような感覚受容器がマンソン裂頭条虫擬充尾虫の頭部全体に非常に多数散在することが明らかになった。

## II. 感覚受容器の微細構造と形態的分類

マンソン裂頭条虫擬充尾虫の外皮に存在する感覚受容器を微細形態上の特徴から次の4種類に分類した。

### Type 1

感覚細胞の突起が外皮内で膨大部を形成する感覚受容器で、1本の線毛を有する。直径1.0-1.5 $\mu\text{m}$ の膨大部は底部を虫体外に向けた円錐形または卵形を示し、輪郭は比較的平滑である。膨大部内には、根小毛を欠く基底小体、直径100-120nmの球形または楕円形の多数の明調小胞 electron-lucent vesicle、ミトコンドリアや微小管を含む (Figs. 3, 5)。膨大部の正中断では、円錐底部の両肩に一对の電子密度の高い構造物が認められる。これを横断像でみると輪状のいわゆる暗調襟 electron-dense collar (Webb and Davey, 1974) を形成していることが観察される (Figs. 3, 5)。暗調襟と基底小体との間には層状構造を示す電子密度の高い小体が認められる (Fig. 4)。この小体から基底小体と暗調襟に向けて細線維が放射状に分布している。膨大部と外皮との間には中隔デスマゾームが発達している。中隔デスマゾームの膨大部側は暗調襟が対置しており、外皮側は膜の電子密度が高くなっている。線毛は長さ約1.0 $\mu\text{m}$ 、直径約0.3 $\mu\text{m}$ で、大部分は外皮内に埋没しており先端の一部が虫体外に露出する。線毛内の微小管は不規則な配列を示すが、多くの場合9対の二つ組小管 doublet と9本の単一微小管 singlet からなる (Fig. 3 inset)。

### Type 2

1本の線毛を持つ感覚受容器である。感覚細胞の突起が外皮内の表層側半分で直径1.0-1.5 $\mu\text{m}$ の膨大部を形成し、基部では周囲の外皮との間に著しい交互嵌入を示す (Figs. 6, 8)。膨大部内には、根小毛を欠く基底小体、直径100-120nmの円形ないし楕円形の明調小胞、数個のミトコンドリア、微小管などが認められる。膨大部内には基底小体を囲む2個の暗調襟が認められるが、このうち外側の暗調襟には外皮との接着装置として中隔デスマゾームが対置している。中隔デスマゾームに接する外皮の膜は電子密度が高くなっている。線毛は長さ約

2.0 $\mu\text{m}$ 、直径約0.3 $\mu\text{m}$ であり、大部分が外表面層から虫体外に突出している (Fig. 6)。線毛内の微小管は、9対の二つ組小管と19ないし20本の単一微小管が不規則に配置されており、各微小管の間には電子密度の高い架橋が観察される (Fig. 7)。

### Type 3

線毛を持たない感覚受容器である。感覚細胞の突起が外皮内で最大径約2.0 $\mu\text{m}$ の円錐形の膨大部を形成する。連続超薄切片の観察では、この感覚受容器は虫体外に露出しない。線毛を欠くにもかかわらず、膨大部中央にはよく発達した根小毛が認められる。根小毛を正中断で観察すると長さ約5.0 $\mu\text{m}$ 、直径約0.4 $\mu\text{m}$ の最も良く発達した中央部と、その基部で小さく分枝する部分とが認められる (Fig. 9)。この分枝を横断像で観察するとパラソル状に広がった構造を示す (Fig. 10)。根小毛は約75nm周期の繊細な横紋を示し、周囲を直径10nmの細線維が豊富にとり囲んでいる。細線維束内には直径80-100nmの有芯小胞が散在している (Fig. 11)。膨大部内には基底小体をとり囲む2個の暗調襟が認められ、外側のものには外皮との接着装置として中隔デスマゾームが認められる。中隔デスマゾームに対置する暗調襟と根小毛との間には層状構造を示す電子密度の高い小体が存在しており、これら二者に向け細線維が放射状に分布している (Fig. 9)。膨大部中央の水平断では、膨大部と外皮の間に複雑な交互嵌入が観察される (Fig. 11)。

### Type 4

線毛を持たない単純な棍棒状の感覚受容器で、その先端は盃状にやや広がり一部外界に露出する。受容器内には直径100-120nmの明調小胞と微小管が認められる。先端の盃状部分には電子密度の高い暗調襟が位置し、外皮との間に中隔デスマゾームが観察される。この受容器と外皮との細胞間隙には、外皮の基底膜に連続する比較的電子密度の高い細線維状の物質が中隔デスマゾームの近くまで認められる (Fig. 12)。

## III. 感覚細胞の微細形態

感覚細胞の全体像を明らかにするため、多数の連続超薄切片を観察した。その結果、受容器との直接の連続性をたどることによって感覚細胞の核部を明らかにすることができた。核部は外皮直下の筋層より深部の、外皮細胞の核部とほぼ同じかやや深層に位置する。核部から1本の突起が外皮に向かって伸び、外皮内で膨大部を形成する (Fig. 14)。感覚細胞の核は直径約4.0 $\mu\text{m}$ で、異染色質が核膜に付随して集塊をつくり、核全体に染色質の塊が分布している。球形または長楕円形の細胞質に乏しい

核周部には、多量の遊離リボゾーム、微小管、数個のミトコンドリア、subsurface cisternaeを含むが、粗面小胞体や細線維は認められない。受容器につながる突起の起始部にはよく発達したゴルジ装置が認められる。突起の経過途中には多数のミトコンドリア、明調小胞、微小管が散在しており、形質膜直下には subsurface cisternae が発達している。突起が膨大部へ移行する部分では、外皮の基底膜が突起を厚くとり囲み、形質膜の細胞質側には電子密度の高いいわゆる形質膜裏打ち plasmalemmal undercoat (Ishikawa *et al.* 1980) が観察される。同時に、この部分で観察される微小管は互いに架橋されて fascicle (Palay, 1964) を形成している (Fig. 13)。

感覚細胞体はしばしば筋線維と密接していることから両者間のシナプス結合が予想されるが、シナプス小胞の集積やシナプス膜の分化を確認することはできなかった。

## 考 察

マンソン裂頭条虫擬充尾虫の頭部の外皮内には多数の感覚受容器が散在することを明らかにし、微細形態上の諸特徴から、線毛を持つ2種類の受容器と線毛を欠く2種類の受容器に分類して記載した (Text-fig. 1)。

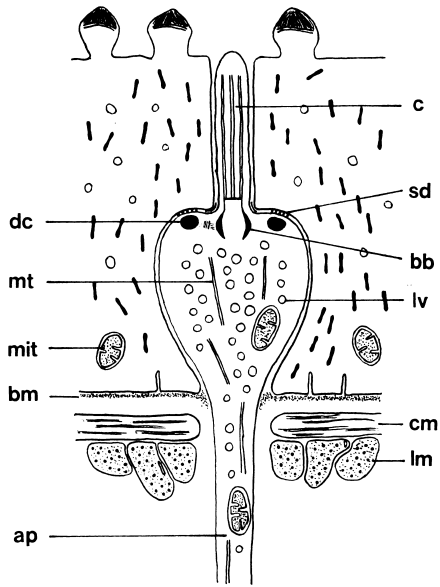
Type 1 は1本の線毛を持つ感覚受容器であるが、線毛が短かく大部分が外皮内に埋没すること、および比較的平滑な輪郭をした膨大部内に1個の暗調襟や明調小胞などを含むことが特徴である。これに類似した感覚受容器は扁形動物の間で広く認められており、条虫類でも Blitz and Smyth (1973), Webb and Davey (1974), Blair and Burt (1976), Richards and Arme (1982) らによりそれぞれ *Raillietina cesticillus*, *Hymenolepis microstoma*, *Monoecocestus americanus*, *Caryophyllaeus laticeps* など類似の感覚受容器が報告されている。Type 2 も線毛を持つ感覚受容器であるが、線毛が比較的長く虫体外に突出すること、暗調襟が基底小体を二重にとり巻くこと、および膨大部の下部が外皮と複雑な交互嵌入を形成することが Type 2 と異なる特徴である。長い線毛と二重の暗調襟をもつ受容器は、Webb and Davey (1975) による *Hymenolepis microstoma* などいくつかの報告があるが、Type 2 でみられるような外皮との著しい交互嵌入を示すものの報告はない。Type 3 は線毛を欠く感覚受容器で、虫体外には露出しない。膨大部内にはよく発達した根小毛とその周囲を豊富にとり囲む細線維が認められる。根小毛は中央の長い部分とその基部からパラソル様に広がる部分とから成

ることが特徴である。Webb and Davey (1975), Richards and Arme (1982) によつてそれぞれ *Hymenolepis microstoma*, *Caryophyllaeus laticeps* で報告されている線毛を欠く感覚受容器は微細構造の記載が必ずしも十分でないため比較が困難であるが、これらの受容器では Type 3 で観察されたような中央のよく発達した根小毛とその周囲の細線維は記載されておらず、周囲の外皮との交互嵌入も示されていない。また、上記の報告では膨大部内に明調小胞を含むとされているのに対し、Type 3 では有芯小胞を含む点でも異なる。Type 4 も線毛を欠く感覚受容器である。単純な棍棒状の受容器であるが、内部には明調小胞、微小管、暗調襟など Type 1 から Type 3 までの受容器と共通の細胞内小器官を有する。類似の受容器は Featherston (1972) や Andersen (1975) によつてそれぞれ *Taenia hydatigena* や *Diphyllbothrium ditremum* と *D. dendriticum* で報告されており、外皮を貫通して虫体外に露出するものと外皮内に終わり虫体外に露出しないものが存在するとされているが、本虫では連続切片を詳細に観察した結果 Type 4 の受容器のすべてが虫体外に露出していた。

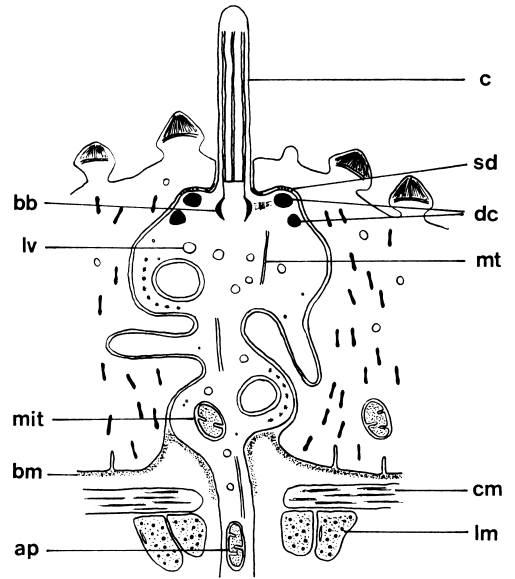
条虫類では、これまで上記のようないくつかの感覚受容器が報告されているが、同一虫体での報告は1~2種類までであることを考えると、4種類の感覚受容器が認められたマンソン裂頭条虫擬充尾虫は感覚受容機構がよく発達していると言える。

Type 1 および Type 2 の感覚受容器のもつ線毛は、一般に知られている9+2型の微小管の配列をとらない非定型的なものである。このような9+2型からの逸脱は、無脊椎動物の感覚細胞の線毛や精子でしばしば報告されている。例えば、扁形動物の中でも単世類の *Entobdella soleae* では9対の二つ組小管の他に30-100本の単一微小管をもつ感覚受容器の線毛が観察されており (Lyons, 1969b), 条虫類ではこれまで定型的な9+2型の報告はなく、9+6+1型、9+9型、9+10型などの異型の線毛が存在することが明らかにされている (Blitz and Smyth, 1973; Webb and Davey, 1974; Blair and Burt, 1976)。マンソン裂頭条虫擬充尾虫で観察された線毛の微小管の配列は、一見規則性を欠くが、Type 1では9対の二つ組小管と9本の単一微小管に区別され、Type 2では9対の二つ組小管と19ないし20本の単一微小管に区別される。特に、Type 2で観察される19ないし20本におよぶ多数の微小管は、これまで条虫類の感覚受容器の線毛では観察されていないものである。

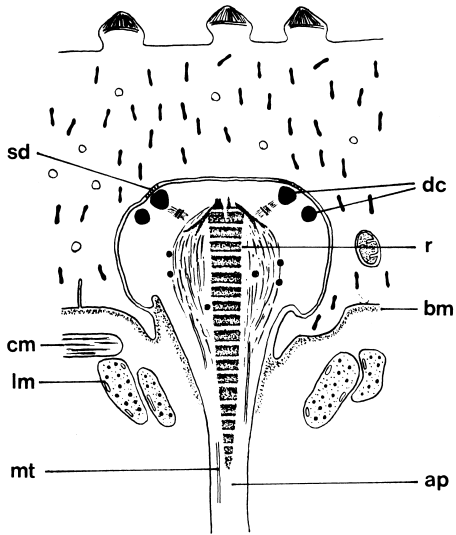
無脊椎動物の線毛の基底小体に付着する根小毛は種々



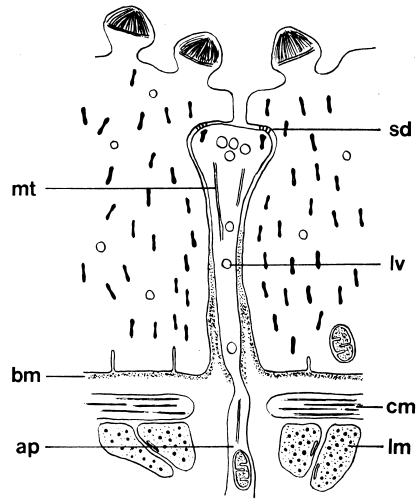
Type 1



Type 2



Type 3



Type 4

Text-fig. 1 Diagrammatic representation of the sensory receptors of *Spirometra erinacei* plerocercoid. ap: apical process of the sensory cell, bb: basal body, bm: basement membrane, c: cilium, cm: superficial circular muscle, dc: electron-dense collar, lm: superficial longitudinal muscle, lv: electron-lucent vesicle, mit: mitochondrion, mt: microtubule, r: rootlet, sd: septate desmosome.



の形態のものが観察されており、1本の単純なもの他に2本に分枝するもの(Stephens, 1975)や3本に分枝するもの(Halton and Lyness, 1971)などが報告されている。Type 3の感覚受容器で観察された根小毛はこれらの報告と異なり、よく発達した中央部分とその基部からパラソル様に広がる部分とからなる特有の形態を示した。

また、暗調標と基底小体の間(Type 1, 2)あるいは暗調標と根小毛の分枝との間(Type 3)には、層状構造を示す電子密度の高い小体が観察され、この小体から暗調標と基底小体または根小毛の分枝に向けて微細線維が放射状に分布している。これは中心子付属顆粒 centriole satellite に類似したもので、扁形動物の感覚受容器で transitional fiber (Lyons, 1969a) や satellite bodies (Silk and Spence, 1969; Rees, 1981) などの名称で報告されている暗調標と基底小体の間に介在する構造物に対応するものと考えられる。

以上のように、マンソン裂頭条虫擬充尾虫の感覚受容器で観察された線毛およびその付属物は、定形的な線毛と異なる種々の形態的特徴を示すことが明らかになった。

寄生扁形動物の感覚細胞の形態学的研究はこれまで受容器のみに限られており、ゴルジの鍍銀法やメチレン青色を用いた光学顕微鏡観察によつて外皮下層や筋層に感覚細胞体が存在することは示唆されていたが(Blochmann, 1895; Zerneck, 1895), 感覚細胞体の微細構造はこれまでほとんど明らかにされていない。このように感覚細胞体の微細形態の記載が不十分な理由は、受容器と核部を結ぶ細い突起の連続性をたどり感覚細胞体を直接証明することが、単一の超薄切片による観察では困難なことにあると思われる。Webb and Davey (1976) は *Hymenolepis microstoma* の rostellar ganglion を電子顕微鏡を用いて観察し、神経細胞を分類した際に large lucent vesicle を有するものを感覚細胞として報告しているが、細胞体と感覚受容器との関連性などについての記載はなく、同定基準としているのは細胞に含まれる vesicle の形態のみである。今回、感覚受容器との直接の連続性により確認することのできた感覚細胞の核部は、外皮下筋層を貫いて外皮細胞の核部に隣接するか、それよりやや深部に位置していた。これは Blochmann (1895), Zerneck (1895) が光学顕微鏡による観察結果から示唆していた所見とほぼ一致する結果であつた。感覚細胞の核周部は多数の遊離リボソーム、数個のミトコンドリアや subsurface cisternae などを含むが粗面小胞体や細線維などを欠いており、脊椎動物の神経細胞とは

異なる形態的特徴を示した。一方、これまで報告されているいくつかの扁形動物の神経細胞をみると、*Hymenolepis microstoma* の rostellar ganglion (Webb and Davey, 1976) や *Schistosoma mansoni* の circumoesophageal ganglia (Silk and Spence, 1969) で観察された神経細胞の核周部は、遊離リボソームやミトコンドリアを含むが、粗面小胞体や細線維は欠くなどの特徴を示すことが記載されている。したがつてマンソン裂頭条虫擬充尾虫の感覚細胞はこれらの扁形動物の神経細胞と類似の形態学的特徴をもつと考えられる。

感覚細胞の突起が受容器へ移行する部分では、基底膜が突起の周囲を厚くとり囲み、内部には形質膜裏打ちと微小管の fascicle が観察された。形質膜裏打ちと微小管の fascicle は脊椎動物の中樞神経において initial segment に特有の構造とされており(Palay, 1964), また、類似の形質膜裏打ちがランビエ絞輪にも存在することが報告されている(Peters, 1966)。軸索のこれらの部位が軸索活動電位の発生および伝播に関与する部位であることから、形質膜裏打ちがこれらの機能に何らかの関与をしていると考えられている(Palay et al., 1968)。以上のことから、形質膜裏打ちと微小管の fascicle が観察された感覚細胞の突起の受容器への移行部が、脊椎動物の initial segment およびランビエ絞輪に対応する構造であり、感覚細胞の電氣的興奮の発生部位である可能性が示唆される。

これまで無脊椎動物の感覚受容器の感覚の種類を確実に区別できるような超微細構造上の規準は確立されていないため、今回観察された4種類の受容器がどのような感覚の種類に対応するかを形態のみから断定することは困難であるが、Type 1, 2 は1本の線毛を持つ受容器であり、従来の報告(Dorsett, 1976; Altner and Prillinger, 1980) から類推すると化学受容器と機械受容器の可能性をもつものと考えられる。そのうち Type 2 においては、線毛が虫体外に突出すること、暗調標が基底小体を二重にとり巻くことや周囲の外皮と複雑な交互嵌入を形成することなどから rheoreceptor の可能性がより強く示唆される。Type 3 は外界に露出せず、周囲の外皮と交互嵌入を形成することなどから tangoreceptor と考えられる。Type 4 は単純な構造を示すことから自由終末として機械的刺激の受容に関与する可能性が考えられるが、一部外界に露出しており明調小胞を含むことから化学受容器の可能性も否定できない。ここに記載した4種類の感覚受容器がどのような感覚の種類に対応するかについて、今後さらに電気生理学的手法や最近繁用さ

れている peroxidase の細胞内注入法などを応用することによって検討を進めたい。

## 結 論

マンソン裂頭条虫擬充尾虫の頭部に散在する感覚細胞を光学顕微鏡および電子顕微鏡を用いて観察し、感覚受容器の分布と微細形態を明らかにするとともに、感覚細胞体を感覚受容器との直接の連続性により確認した。感覚受容器を形態的特徴から次の4種類に分類して記載した。

Type 1: 感覚細胞の突起が外皮内で膨大部を形成するもので、1本の短い線毛を有する。比較的平滑な輪郭の膨大部には1個の暗調襟、基底小体、ミトコンドリア、微小管および明調小胞を含む。線毛内には9対の二つ組小管と9本の単一微小管が認められる。

Type 2: 1本の線毛を有する感覚受容器であるが、線毛が長く虫体外に突出すること、暗調襟が二重に基底小体を取り巻くことおよび膨大部の基部が外皮と複雑な交互嵌入を形成することがType 1と異なる特徴である。線毛内の微小管は、9対の二つ組小管と19ないし20本の単一微小管が不規則に配置されている。

Type 3: 線毛を欠く円錐形の感覚受容器で、外皮内に位置し虫体外には露出しない。膨大部中央にはよく発達した根小毛が認められ、その周囲を細線維が豊富に取り囲んでいる。膨大部内には2個の暗調襟と有芯小胞が含まれる。

Type 4: 線毛を欠く単純な棍棒状の感覚受容器で、内部には明調小胞、微小管、暗調襟などを含む。この受容器は外皮を貫き、先端の一部が虫体外に露出している。

これら4種類の感覚受容器が多数散在していることから、本虫の頭部は感覚受容機構がよく発達していると考えられた。

感覚細胞の核部は外皮細胞の核部にほぼ隣接して位置しており、そこから外皮の合胞細胞層に存在する受容器に向けて1本の突起を出している。細胞質に乏しい核周部には多量の遊離リボソーム、ミトコンドリア、ゴルジ装置や subsurface cisternae などを含むが、粗面小胞体や細線維は観察されなかつた。突起の受容器への移行部では、脊椎動物の中樞神経において initial segment に特有の構造とされている形質膜裏打ちと微小管の fascicle に類似の構造が観察され、この部位が感覚細胞の電気的興奮の発生部位である可能性が示唆された。

稿を終るにあたり、懇切なる御指導、御校閲を頂きました

た愛媛大学医学部 西田 弘教授、上原康生教授、平井和光助教授ならびに小室輝昌助教授に深謝いたします。

なお、本研究の要旨は第51回日本寄生虫学会総会(1982)ならびに第38回日本電子顕微鏡学会総会(1982)において発表した。

## 文 献

- 1) Altner, H. A. and Prillinger, L. (1980): Ultrastructure of invertebrate chemo-, thermo-, and hygroreceptors and its functional significance. *Int. Rev. Cytol.*, 67, 69-139.
- 2) Andersen, K. (1975): Ultrastructural studies on *Diphyllobothrium ditremum* and *D. dendriticum* (Cestoda: Pseudophyllidea), with emphasis on the scolex tegument and the tegument in the area around the genital atrium. *Z. Parasitenkd.*, 46, 253-264.
- 3) Blair, D. G. and Burt, M. D. B. (1976): Observations on the ultrastructure of papillae and associated sensilla on the scolex of *Monoecocestus americanus* (Stiles, 1895) (Cestoda: Anoplocephalidae). *Can. J. Zool.*, 54, 802-806.
- 4) Blitz, N. M. and Smyth, J. D. (1973): Tegumental ultrastructure of *Raillietina cesticii* during the larval-adult transformation, with emphasis on the rostellum. *Internat. J. Parasitol.*, 3, 561-570.
- 5) Blochmann, F. (1895): Über freie Nervenendigungen und Sinneszellen bei Bandwürmern. *Biol. Zbl.*, 15, 14-25.
- 6) Cable, R. M. (1972): Behaviour of digenetic trematodes. In *Behavioural aspects of parasite transmission*. ed. by Canning, E. U. and Wright, C. A., Academic Press, London and New York, 1-18.
- 7) Dorsett, D. A. (1976): The structure and function of proprioceptors in soft-bodied invertebrates. In *Structure and function of proprioceptors in the invertebrates*. ed. by Mill, P. J., Chapman and Hall, New York, 443-484.
- 8) Featherston, D. W. (1972): *Taenia hydatigena* IV. Ultrastructure study of the tegument. *Z. Parasitenkd.*, 38, 214-232.
- 9) Fujino, T., Ishii, Y. and Choi, D. W. (1979): Surface ultrastructure of the tegument of *Clonorchis sinensis* newly excysted juveniles and adult worms. *J. Parasitol.*, 65, 579-590.
- 10) Halton, D. W. and Lyness, R. A. W. (1971): Ultrastructure of the tegument and associated structures of *Aspidogaster conchicola* (Trematoda: Aspidogastrea). *J. Para-*

- sitol., 57, 1198-1210.
- 11) Ishikawa, H., Tsukita, S. and Tsukita, S. (1980) : The plasmalemmal undercoat an ultrastructural similarity among various submembranous densities. *Eur. J. Cell Biol.*, 22, 338.
  - 12) Llewellyn, J. (1972) : Behaviour of monogeneans. In *Behavioural aspects of parasite transmission*. ed. by Canning, E. U. and Wright, C. A., Academic Press, London and New York, 19-30.
  - 13) Lyons, K. M. (1969a) : Sense organs of monogenean skin parasites ending in a typical cilium. *Parasitology*, 59, 611-623.
  - 14) Lyons, K. M. (1969b) : Compound sensilla in monogenean skin parasites. *Parasitology*, 59, 625-636.
  - 15) Matricon-Gondran, M. (1971) : Etude ultrastructurale des récepteurs sensoriels tégumentaires de quelques Trématodes Digénétiques larvaires. *Z. Parasitenkd.*, 35, 318-333.
  - 16) Morris, G. P. (1971) : The fine structure of the tegument and associated structures of the cercaria of *Schistosoma mansoni*. *Z. Parasitenkd.*, 36, 15-31.
  - 17) Morseth, D. J. (1967) : Observations on the fine structure of the nervous system of *Echinococcus granulosus*. *J. Parasitol.*, 53, 492-500.
  - 18) Nuttman, C. J. (1971) : The fine structure of ciliated nerve endings in the cercaria of *Schistosoma mansoni*. *J. Parasitol.*, 57, 855-859.
  - 19) Palay, S. L. (1964) : The structural basis for neural action. In *Brain function*. ed. by Brazier, M. A. B., University of California Press, Los Angeles, 2, 69-108.
  - 20) Palay, S. L., Sotelo, C., Peters, A. and Orkand, P. M. (1968) : The axon hillock and the initial segment. *J. Cell Biol.*, 38, 193-201.
  - 21) Peters, A. (1966) : The node of Ranvier in the central nervous system. *Quart. J. Exp. Physiol.*, 51, 220-236.
  - 22) Rees, F. G. (1981) : The ultrastructure of the epidermis of the redia of *Parorchis acanthus* Nicoll (Digenea; Philophthalmidae). *Z. Parasitenkd.*, 65, 19-30.
  - 23) Richards, K. S. and Arme, C. (1982) : Sensory receptors in the scolex-neck region of *Caryophyllaeus lateiceps* (Caryophyllidae : Cestoda). *J. Parasitol.*, 68, 416-423.
  - 24) Silk, M. H. and Spence, I. M. (1969) : Ultrastructural studies of the blood fluke - *Schistosoma mansoni*. III. The nerve tissue and sensory structures. *S. Afr. J. Med. Sci.*, 34, 93-104.
  - 25) Stephens, R. E. (1975) : The basal apparatus. Mass isolation from the molluscan ciliated gill epithelium and a preliminary characterization of striated rootlets. *J. Cell Biol.*, 64, 408-420.
  - 26) Webb, R. A. and Davey, K. G. (1974) : Ciliated sensory receptors of the unactivated metacestode of *Hymenolepis microstoma*. *Tissue & Cell*, 6, 587-598.
  - 27) Webb, R. A. and Davey, K. G. (1975) : Ultrastructural changes in an unciliated sensory receptor during activation of the metacestode of *Hymenolepis microstoma*. *Tissue & Cell*, 7, 519-524.
  - 28) Webb, R. A. and Davey, K. G. (1976) : The fine structure of the nervous tissue of the metacestode of *Hymenolepis microstoma*. *Can. J. Zool.*, 54, 1206-1222.
  - 29) Whitfield, P. J. (1979) : *The biology of Parasitism.*, Edward Arnold, London, 158-201.
  - 30) Wilson, R. A. (1970) : Fine structure of the nervous system and specialized nerve endings in the miracidium of *Fasciola hepatica*. *Parasitology*, 60, 399-410.
  - 31) Zerneche, E. (1895) : Untersuchungen über den feinem Bau der Cestoden. *Zool. Jahrb. Anat.*, 9, 92-161.

**Abstract**

THE FINE STRUCTURE OF THE SENSORY CELLS OF THE  
PLEROCERCOID OF *SPIROMETRA ERINACEI*

MOTOMI TORII

(*Department of Parasitology, Ehime University School  
of Medicine, Ehime 791-02, Japan*)

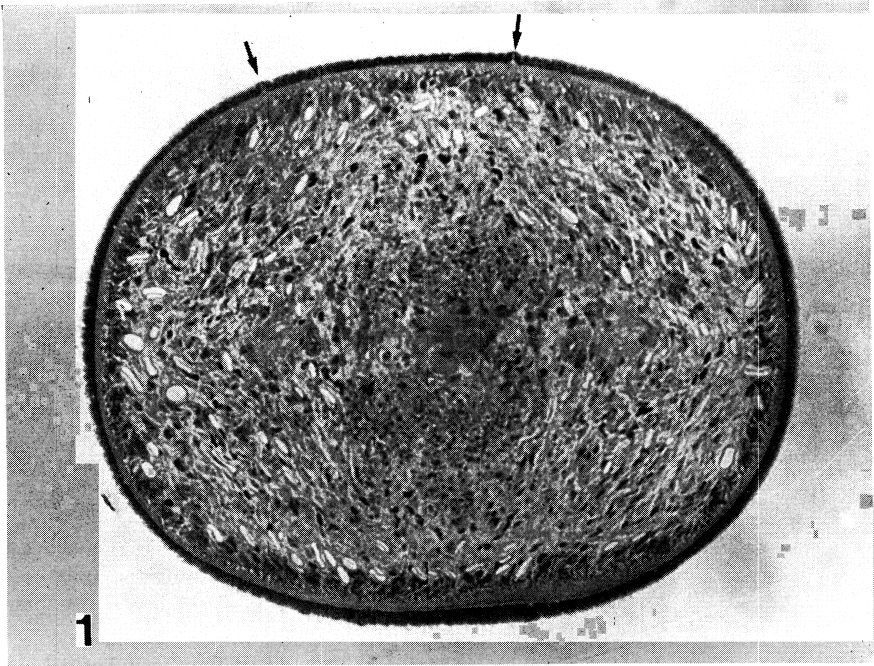
Sensory cells in the head portion of the plerocercoid of *Spirometra erinacei* (Rudolphi, 1819) were studied by light and electron microscopy. The presence of numerous sensory receptors within the tegument was revealed by light microscopic observations of the 0.5  $\mu\text{m}$  thick serial sections.

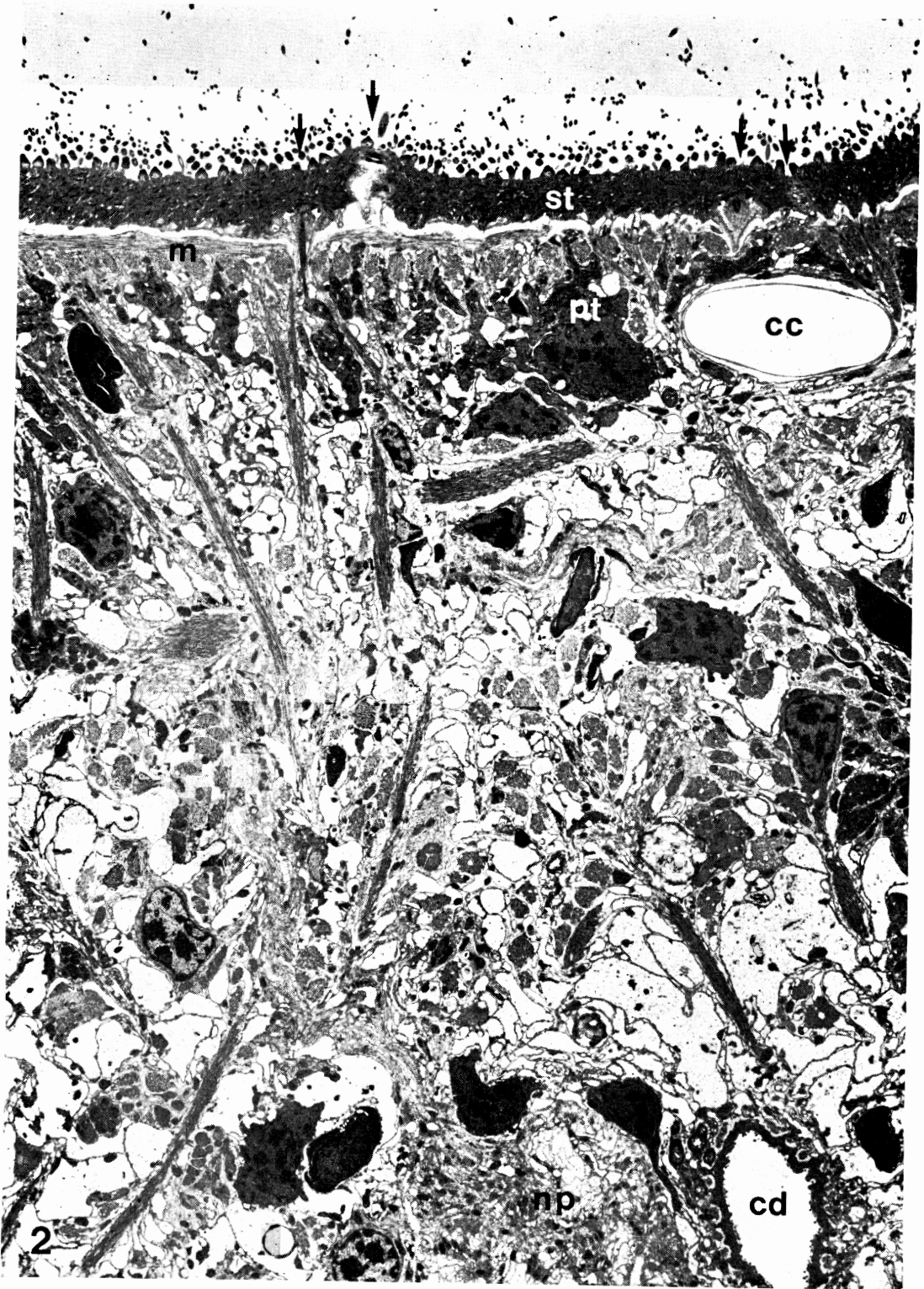
Sensory receptors can be classified into 4 types according to their structural characteristics. Type 1: Bulb-like sensory receptor, with a short cilium, containing electron-lucent vesicles, mitochondria, microtubules, an electron-dense collar and a basal body. The cilium shows an unusual microtubular arrangement. Type 2: Ciliated sensory receptor characterized by a long cilium projecting beyond the tegument. Two electron-dense collars encircle the basal body. Interdigitation of the bulb and the tegumental cytoplasm is evident. The cilium also shows an unusual microtubular arrangement. Type 3: Non-ciliated dome-like sensory receptor containing a prominent rootlet surrounded by numerous thin filaments. It contains two electron-dense collars and cored vesicles. This receptor is embedded within the tegument. Type 4: Non-ciliated club-like sensory receptor containing an electron-dense collar, electron-lucent vesicles and microtubules. The apical end of the receptor is exposed in the external environment.

The perikaryon of the sensory cell is identified in serial sections beneath the superficial muscular layers, and extends into a long process to the tegument, forming a terminal bulb. The perikaryon contains numerous free ribosomes, mitochondria, subsurface cisternae and Golgi apparatus, but lacks rough endoplasmic reticulum and microfilaments. The transitional zone between the process and the receptor has a plasmalemmal undercoat and a fasciculation of the microtubules, which have been noted in the initial segment of vertebrate neurons.

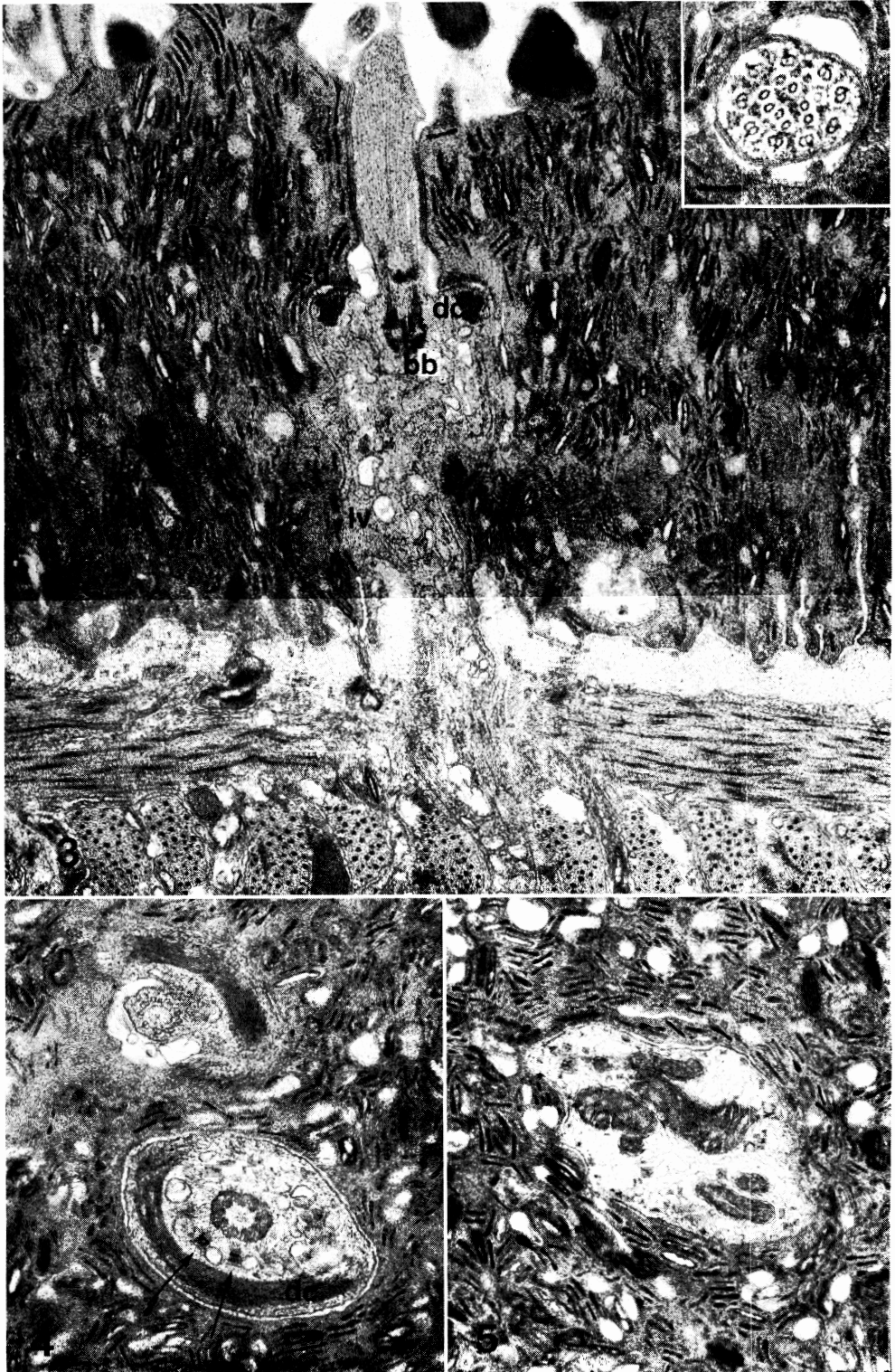
### Explanation of Figures

- Fig. 1 Light micrograph of a  $0.5\mu\text{m}$  thick transverse section through a head portion of the plerocercoid. Note the presence of sensory receptors (arrows).  $\times 300$ .
- Fig. 2 Electron micrograph of a transverse section through a head portion illustrating general internal organization. cc : calcareous corpuscle, cd : collecting duct of the excretory canal, m : superficial muscular layers, np : neuropile, pt : perikaryon of the tegument, st : distal cytoplasmic layer of the tegument. At least four sensory receptors (arrows) are identified within the tegument.  $\times 3,500$ .
- Figs. 3-5 Type 1 sensory receptor
- Fig. 3 Longitudinal section through a receptor with a relatively short cilium. Note the basal body (bb), the electron-lucent vesicles (lv), the electron-dense collar (dc) and the associated septate desmosome (sd).  $\times 22,000$ . Inset : Transverse section of the cilium showing an unusual microtubular arrangement.  $\times 54,000$ .
- Fig. 4 Transverse section through a receptor at the level of the basal body. Note the electron-dense collar (dc) and the electron-dense bodies (arrows) between the basal body and the electron-dense collar.  $\times 30,000$ .
- Fig. 5 Transverse section through a receptor which contains electron-lucent vesicles and mitochondria.  $\times 24,000$ .
- Figs. 6-8 Type 2 sensory receptor
- Fig. 6 Longitudinal section through a receptor. The distal tip of the cilium projects above the tegument. The receptor contains two electron-dense collars (dc), mitochondria (mit), microtubules (mt) and electron-lucent vesicles. Basal part of the receptor shows prominent interdigitation with the tegument.  $\times 34,000$ .
- Fig. 7 Transverse section of the cilium illustrating an unusual microtubular arrangement. Note the cross linkages between the microtubules (arrows).  $\times 93,000$ .
- Fig. 8 Transverse section through a basal part of the receptor showing the prominent interdigitation with the tegument.  $\times 30,000$ .
- Figs. 9-11 Type 3 sensory receptor
- Fig. 9 Longitudinal section through a receptor illustrating a long rootlet (r) with apical branches, two electron-dense collars (dc) and associated septate desmosome (sd). The rootlet is surrounded by numerous thin filaments. Note the electron-dense body (arrow) between the branches of the rootlet and the apical electron-dense collar.  $\times 26,000$ .
- Fig. 10 Transverse section through a receptor at the level of the branches of the rootlet (br).  $\times 21,000$ .
- Fig. 11 Transverse section through a receptor of which the border shows interdigitation with the tegument. Note the rootlet (r) and cored vesicles (arrows).  $\times 21,000$ .
- Fig. 12 Type 4 sensory receptor
- Longitudinal section through a receptor showing the electron-lucent vesicles (lv), the electron-dense collar (dc) and septate desmosome (sd).  $\times 28,000$ .
- Fig. 13 Transverse section through an apical process of the sensory cell at the level of the tegumental basal lamina. Note the dense undercoating (d) beneath the plasmalemma and the fasciculation of the microtubules. The microtubules are irregularly arranged and connected with dark bands (arrows).  $\times 88,000$ .
- Fig. 14 Sensory cell
- Perikaryon of the sensory cell lying beneath the superficial muscular layer is extending into a single process (ap) to the tegumental syncytium (st). Perikaryon contains numerous free ribosomes, microtubules and subsurface cisternae. The process (ap) contains mitochondria, electron-lucent vesicles and subsurface cisternae. Golgi apparatus (g) is present at the base. The perikaryon is frequently adjacent to the muscle fiber (m), but neither synapse nor accumulation of the vesicles can be observed. cm : superficial circular muscle, lm : superficial longitudinal muscle.  $\times 15,000$ .

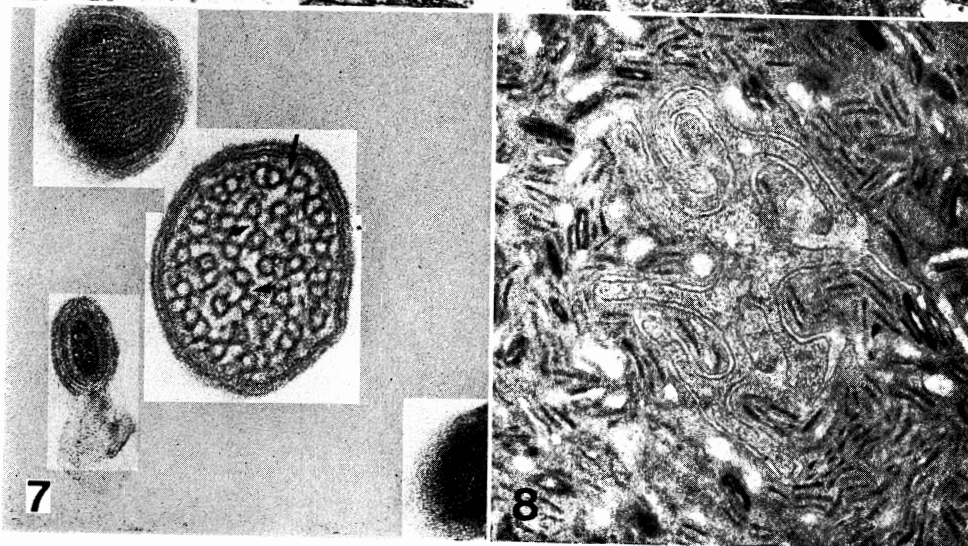
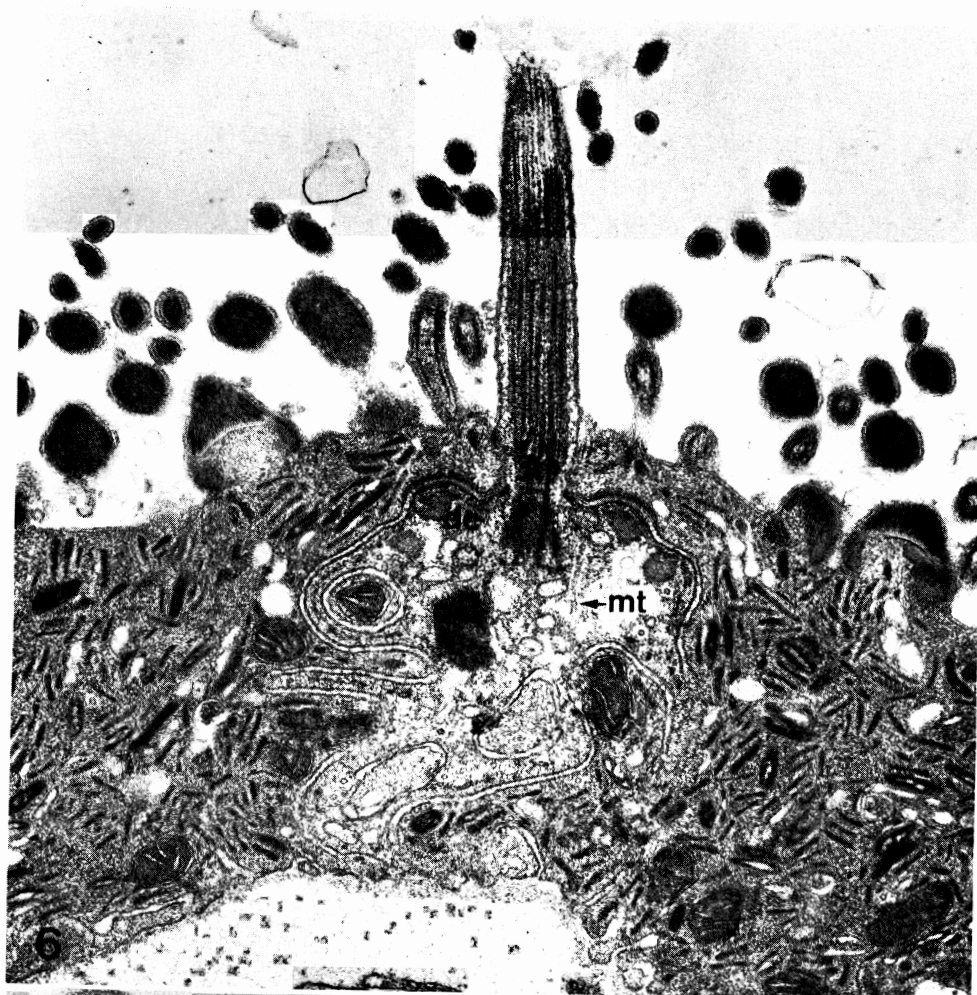


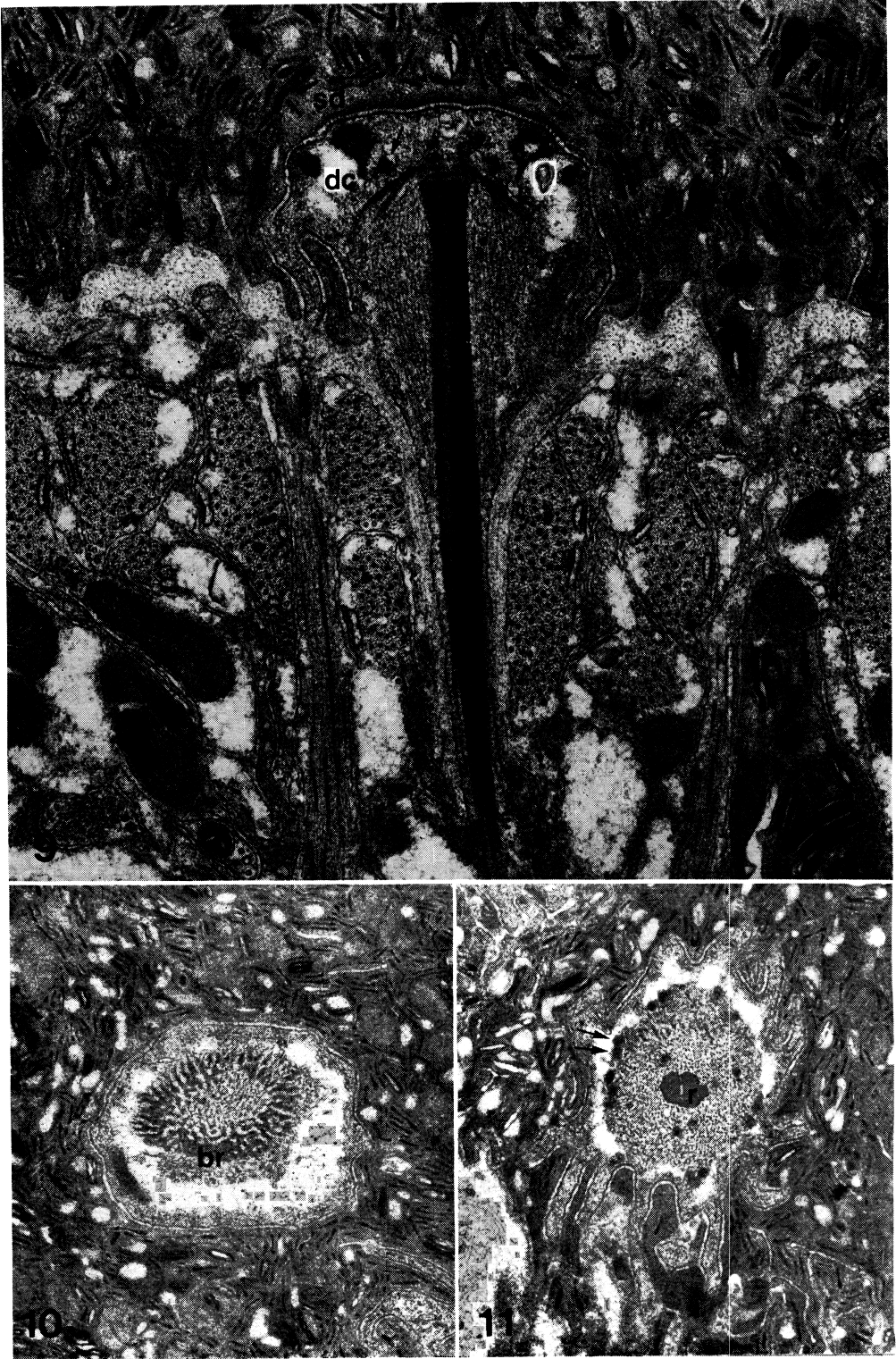


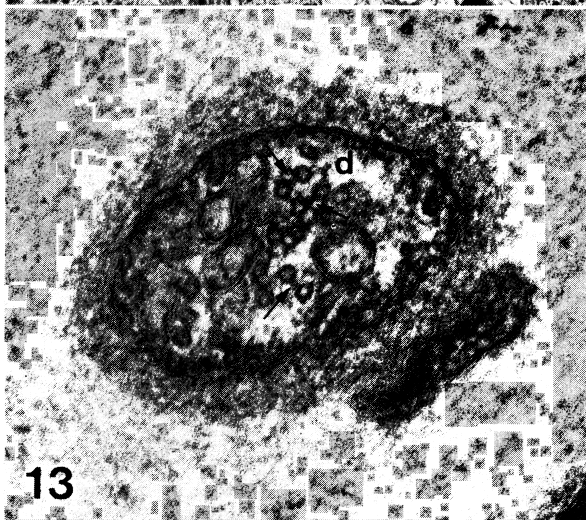




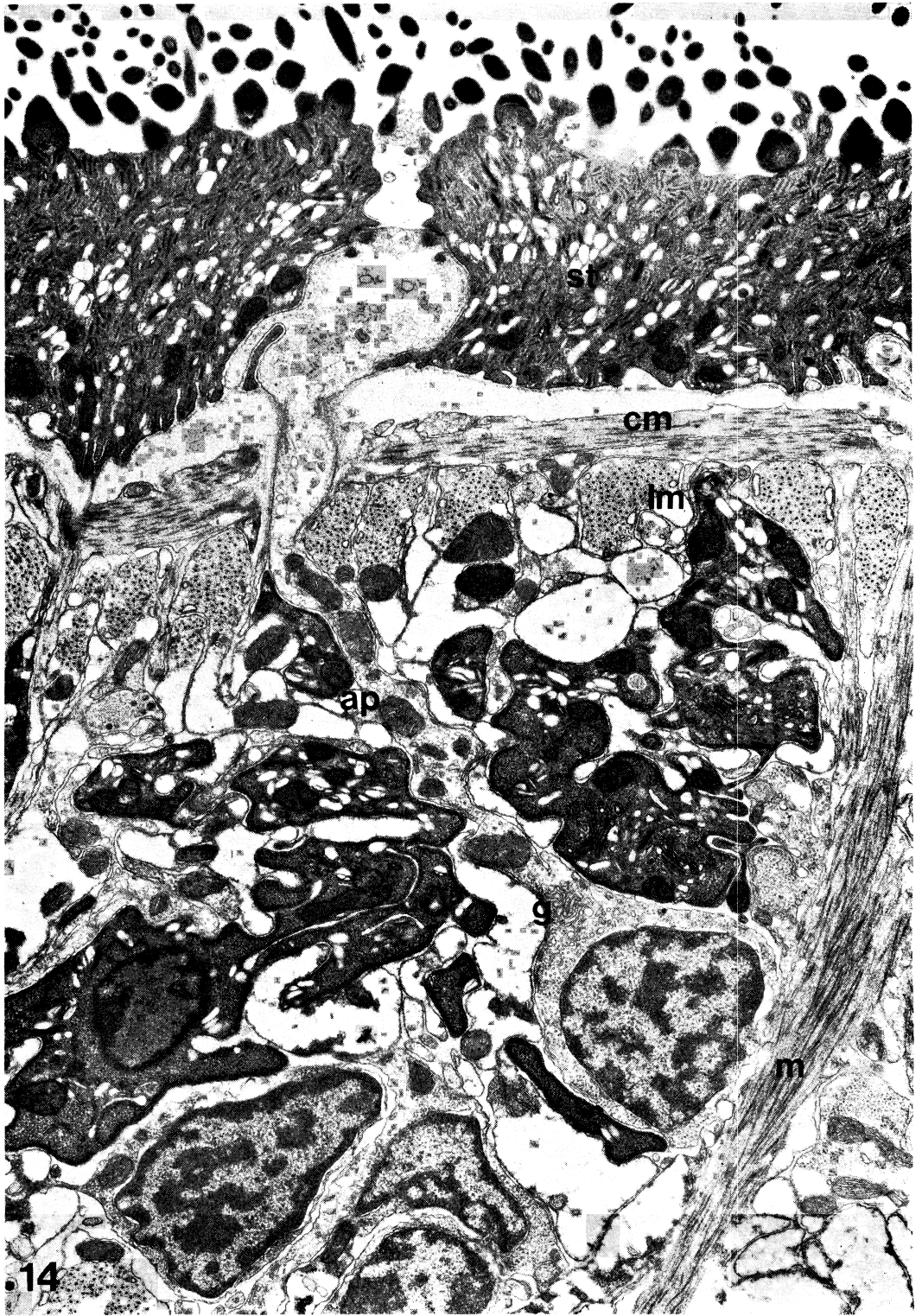












14