

# 人眼・豚眼における線維柱帯，毛様体筋移行部の 微細構造的，免疫組織化学的，免疫電顕的研究

林 亜紀<sup>1)</sup>，松田 環<sup>1)</sup>，大舘 祐治<sup>2)</sup>，上野 脩幸<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>高知医科大学眼科学教室，<sup>2)</sup>高知医科大学第二病理学教室

## 要 約

人眼および豚眼の線維柱帯，毛様体筋移行部の微細構造を観察し，免疫組織化学的，免疫電顕的検索も行った。人眼の移行部では毛様体筋束は先細りし，線維柱帯の細長い細胞突起に取り囲まれ，両者間に神経線維が介在した。また膠原線維からなる棒状，不定形の構造物が多くみられた。未だ報告をみない豚眼線維柱帯は人眼と類似するが，毛様体筋は形が不整で人眼ではみられない胞体の嵌合がみられた。免疫組織染色では人眼，豚眼ともに線維柱帯細胞に **vimentin**，シュワン細胞に **S-100**，**S-100 b**，毛様体筋細胞に **muscle (m)-actin**，**desmin** が陽性で，豚眼線維柱帯細胞のみに **S-100**，**S-100 b** が陽性，人眼の移行部にみられた線維柱帯細胞様平滑筋細胞の **m-actin** が陽性，人眼のシュレム管に **factor VIII**，**UEA-I** が陽性であった。これらを免疫電顕にて確認し，各抗体が各々の細胞の有用なマーカーであり，各種疾患における細胞動態の検索に有効であることを強調した。(日眼会誌 96: 941-953, 1992)

キーワード：線維柱帯，毛様体筋，免疫電顕，人眼，豚眼

## Ultrastructural, Immunohistochemical and Immunoelectron Microscopic Studies on the Transitional Part of the Trabecular Meshwork and the Ciliary Muscle in Human and Porcine Eyes

Aki Hayashi<sup>1)</sup>, Tamaki Matsuda<sup>1)</sup>, Yuji Ohtsuki<sup>2)</sup> and Hisayuki Ueno<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Ophthalmology, Kochi Medical School

<sup>2)</sup>Second Department of Pathology, Kochi Medical School

## Abstract

The authors demonstrated the ultrastructure of the transitional portion of the human trabecular meshwork (TM) of the ciliary muscle (CM) by transmission electron microscopy, together with the porcine TM and CM, which have not been reported so far. In the transitional portion of the human eye, bundles of smooth muscle cells showed tapering in the anterior portion, and long slender processes of TM cells covered the outside of muscle bundles occasionally, in association with intervening nerve fibers. In the human transitional portion, there were many stick-like or irregular-shaped structures consisted of collagen fibrils. In the porcine eye, although the fine structure of the TM was similar to that of human TM, the shape of each porcine CM cell was irregular and their cytoplasm were invaginated into the adjoining cells, like herniation. In the immunohistochemical study, the positive immunoreactions were found in TM cells for vimentin, Schwann cells for S-100 and S-100b,

別刷請求先：783 南国市岡豊町小蓮 高知医科大学眼科学教室 林 亜紀

(平成3年12月27日受付，平成4年3月23日改訂受理)

Reprint requests to: Aki Hayashi, M.D. Department of Ophthalmology, Kochi Medical School.

Kohasu, Oko-cho, Nankoku-shi 783, Japan

(Received December 27, 1991 and accepted in revised form March 23, 1992)

and the CM cells for muscle (m)-actin and desmin in both species by using each antibody. Only the porcine TM cells were positive for S-100 and S-100b. In the human eye, smooth muscle-like cells similar to TM cells in the transitional portion were detected, and these cells were positive for m-actin. Moreover, the cells covering Schlemm's canal were positive for factor VIII and UEA-1. These immunopositivities were confirmed at the ultrastructural level. These immunohistochemical reactions may be useful tools to evaluate cell at the light and electron microscopic levels in human and porcine TM and CM regions. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 96: 941-953, 1992)

**Key words:** Trabecular meshwork, Ciliary muscle, Immunoelectron microscopy, Human eye, Porcine eye

## I 緒 言

線維柱帯は房水流出の主要経路をなし、毛様体筋は調節機能以外に線維柱帯に作用して房水流出抵抗にも関連している。したがって、この線維柱帯と毛様体筋がどのように連絡しているかについては興味あるところであり、以前より多くの研究者により組織学的研究がなされてきた。古くは Wolter<sup>1)</sup>, Rones<sup>2)</sup>によりはじめて腱の存在が提唱されたが、これらは電顕的な確証はなかった。その後、宇賀<sup>3)</sup>, 西田<sup>4)</sup>により電顕的研究がなされ、横紋筋における筋腱結合に類似した構造であると報告されたが、未だ不明瞭な部分も残されている。今回我々は、人眼における線維柱帯、毛様体筋移行部の微細構造を電顕的に詳細に観察すると共に、これまでほとんど報告のない豚眼も検索対象に加えて、免疫組織化学的、免疫電顕的手法をも用いて検討した。

## II 実験方法

研究に使用したのは摘出人眼 12 眼(眼球 1~12)と摘出豚眼 20 眼である。人眼は表 1 に示すような理由で摘出された眼球を用い、摘出に当たっては術前に家族の同意を得ている。眼球は摘出術直後、periodate-lysine-paraformaldehyde (PLP) 溶液にて、一部は 10%緩衝ホルマリン溶液にて固定を行い、豚眼は 6 か月齢食肉用豚の屠殺直後、眼球を摘出し眼球後部に割を入れ、直ちに PLP 溶液にて固定し、細切した。

### 1. HE 染色, 特殊染色

全ての眼球を眼球経線方向切片にて HE 染色を行い、一部のものに、PAS 染色, alcian blue 染色, elastica van Gieson 染色, orcein 染色を行った。

### 2. 電顕

人眼 3 眼(眼球 5, 7, 11), 豚眼 4 眼に関して、細切した組織片を 3%グルタルアルデヒドついで 1%四

表 1 使用した摘出人眼

番号	眼球摘出理由	年齢	性	初期固定
1.	開放隅角緑内障 (感染)	54	男	PLP
2.	開放隅角緑内障	65	男	PLP
3.	開放隅角緑内障	69	女	PLP
4.	角膜移植提供眼	90	男	PLP
5.	角膜移植提供眼	90	男	PLP
6.	上顎洞癌	67	男	BF
7.	上顎洞癌	60	男	BF
8.	眼球穿孔 (外傷)	66	男	PLP
9.	眼球穿孔 (感染)	73	男	PLP
10.	網膜芽細胞腫	2	女	PLP
11.	眼窩ムコール症	43	男	PLP
12.	マイボーム腺癌	56	男	PLP

PLP: periodate-lysine-paraformaldehyde

BF: buffered formalin

酸化オスミウム液にて固定後、脱水・包埋し、型の如く電顕観察を行った。

### 3. 免疫染色

人眼 12 眼と、豚眼 11 眼の経線方向脱パラ切片を用いて表 2 に示す一次抗体につき ABC 法にて免疫染色を行った。脱パラ切片は 0.3%過酸化水素加メタノールにて 30 分間内因性ペルオキシダーゼブロックを行った。染色にはニチレイヒストファイブ SAB-PO キットを用い、ブロッキング試薬 (10%正常山羊血清あるいは 10%正常家兎血清) で 10 分間前処理し、それぞれの一次抗体を室温で 60~90 分間反応させた。なお、factor VIII に関しては 0.1%プロナーゼ E (SIGMA) で 30 分間前処理を行った。切片を洗浄後、レクチン以外のものに第二次抗体 (山羊抗家兎体あるいは家兎抗マウス抗体) を 10 分間反応させ、洗浄後、レクチンも含めて第三次抗体 (ペルオキシダーゼ標識ストレプトアビジン) を反応させた。発色には 3,3'-diamino-benzidine tetrahydrochloride (DAB, 20

表2 免疫染色に使用した抗体

抗 体	希釈倍率
モノクローナル抗体	
muscle-actin (ENZO)	×8,000
desmin (DAKO)	×30
vimentin (DAKO)	×100
MB-2 (Bio-Science)	×25
MT-1 (Bio-Science)	×25
HLA-DR $\alpha$ (DAKO)	×30
ポリクローナル抗体	
S-100 (DAKO)	×800
S-100 aO ( $\alpha\alpha$ )*	40 $\mu$ g/ml
S-100 b ( $\beta\beta$ )*	40 $\mu$ g/ml
factor VIII (DAKO)	×400
keratin (DAKO)	×300
ビオチン化レクチン	
UEA-I (VECTOR)	×50

\* : 文献 5) Takahashi K, et al

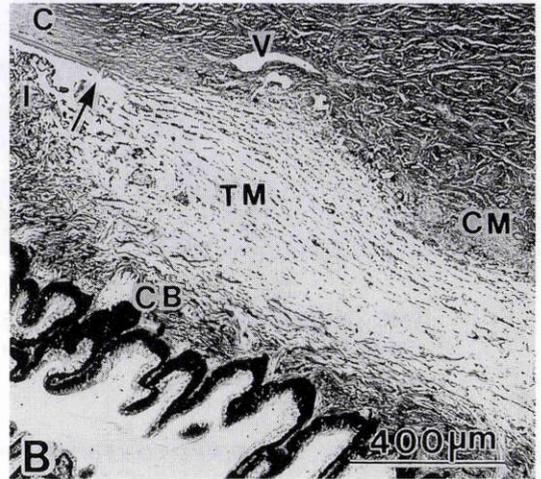
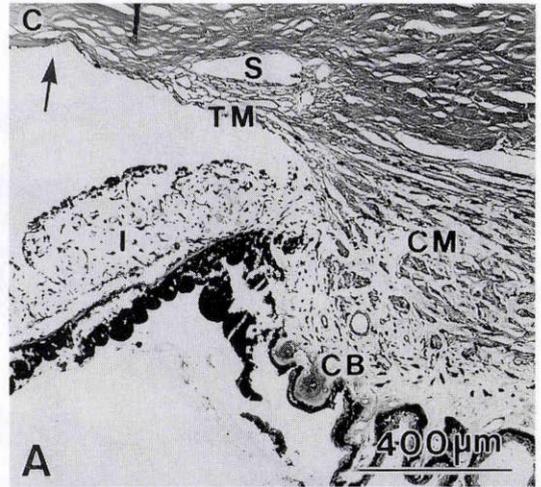


図1 A. 人眼隅角 HE 染色 (眼球6). (×50) B. 豚眼隅角 HE 染色. (×50)  
S: シュレム管, TM: 線維柱帯, CM: 毛様体筋, C: 角膜, 矢印: デスマ膜終端部, I: 虹彩, CB: 毛様体, V: 脈管構造.

mg/100 ml, Dotite, Japan)を用い, 30%過酸化水素 (10  $\mu$ l/100 ml) にて3~5分反応を触媒させ, ヘマトキシリンにて核染色を行った.

4. 免疫電顕

人眼4眼(眼球4, 10, 11, 12), 豚眼5眼を用いた, PLP 固定組織の10  $\mu$ m 厚の経線方向の凍結切片を作成し, 切片を風乾後, 上記と同様に反応を行った. ただし, 各一次抗体を4℃で一晩反応させ, 第二次抗体, 第三次抗体をそれぞれ30分~4時間反応させた後, グルタルアルデヒド固定, DAB 発色, 四酸化オスミウム固定し, 型の如く電顕観察を行った.

III 実験結果

1. 光顕所見

豚眼の隅角構造は人眼とは若干異なり(図1), 隅角底部までデスマ膜が存在し, 人眼の線維柱帯に相当する網眼構造は隅角底部より扇状に後方に広がっていた. 毛様体筋は直接房水に面しておらず, 線維柱帯の後方で強膜よりに存在し, 筋束間には人眼で見られる色素細胞はほとんどみられなかった. また, 豚眼では線維柱帯と強膜の境界部にいくつかのシュレム管脈管構造が時に認められた.

また, 線維柱帯, 毛様体筋移行部における酸性ムコ多糖類, 中性ムコ多糖類の検索のために各々alcian blue, PAS 染色を行ったが, 各々人眼, 豚眼ともに明らかな陽性所見は認められず, 弾性線維検索のための elastica van Gieson, orcein 染色も陰性であった.

2. 電顕所見

1) 人眼: 線維柱帯は結合組織よりなる網目状の線維柱層板の表面を細長い一層の線維柱帯細胞が不完全に覆い, 細胞の基底側には部分的に外板構造がみられた(図2). 線維柱間隙はシュレム管に近づく程狭くなり, シュレム管直下では細胞に裏打ちされた明らかな線維柱間隙はみられなかった(図3). また, 線維柱の結合組織内には長周期コラーゲンが高頻度に認められた. 線維柱帯の後方は外側では強膜岬につながり, 内側では毛様体筋縦走部に移行しているが, この移行部では筋束は先細りし, 外側を線維柱帯の細長い細胞突

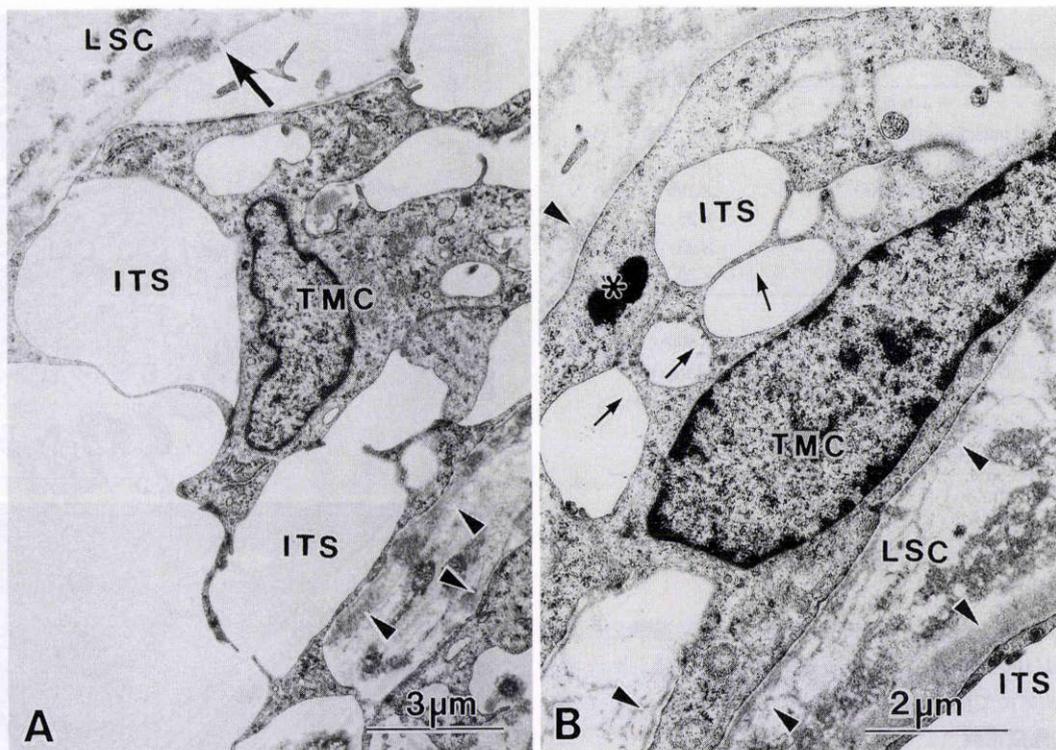


図2 人眼線維柱帯角強膜網(眼球7). A.( $\times 6,100$ ) B.( $\times 9,100$ )

TMC:線維柱帯細胞, ITS:線維柱間隙, LSC:長周期コラーゲン, 大きな矢印:結合組織が房水に直接面するところ, 矢じり:部分的に多層化した基底膜様構造, \*:メラニン貪食像, 小さな矢印:胞体内 meshwork.

起がとりまき(図4A), 時に筋束内への突起の侵入がみられた. 神経線維は主に筋細胞と線維柱帯細胞突起間に介在し, 時に筋束内にもみられ, 殆どが無髄神経であった(図4B). この移行部には, 線維柱帯細胞の外側に棒状あるいは不定形な構造物が比較的多くみられ(図4C), 高倍で観察すると膠原線維がいろいろな方向に不規則に重合して形成されているものであった(図4D). また, 移行部において pinocytotic vesicle や dense patch を持ち, 内腔に面した部分にも外板を持つという平滑筋の特徴を持った細長い細胞が線維柱の表面を覆い(図5), 線維柱帯細胞と平滑筋細胞との中間的な細胞性格を示していた.

2) 豚眼:線維柱帯内に時々有髄神経や無髄神経, 毛細血管が存在した(図6). また, 線維柱帯に接して人眼のシュレム管様の脈管をみた(図7). 毛様体筋は筋束を成す部分と筋細胞が散在する部分があり, 前者では筋細胞は横1~2列に並んでいたが(図8A), 周囲を覆う細長い線維柱帯細胞は存在しなかった(図8

B). 個々の筋細胞は胞体内に myofilament が充満し, dense patch, pinocytotic vesicle, 外板の存在など, 基本的には平滑筋の構造を保っていた. しかし, 形はかなり不整で, 胞体の嵌合による接着がみられ(図8C), 胞体周囲の外板は多層化している部分が多かった. 移行部では線維柱帯細胞と筋細胞との間に疎な結合組織の介在がみられたが, 両者の近接所見は殆ど認めなかった(図8D).

### 3. 免疫染色結果

免疫染色性については, 緑内障等の各疾患による差異は光顕的には確認できなかった. 人眼線維柱帯では vimentin のみが部分的に陽性で(図9A), 他はすべて陰性であった. シュレム管被覆細胞では factor VIII (図9B), UEA-I (図9C) が血管内皮よりやや弱い陽性で, 毛様体筋は muscle(m)-actin 強陽性(図9D), desmin 陽性(図9E), また, 毛様体筋領域に vimentin がわずかに陽性で, S-100, S-100 b が線維柱帯から毛様体筋領域にかけて所々に陽性を示した(図9F). 豚眼

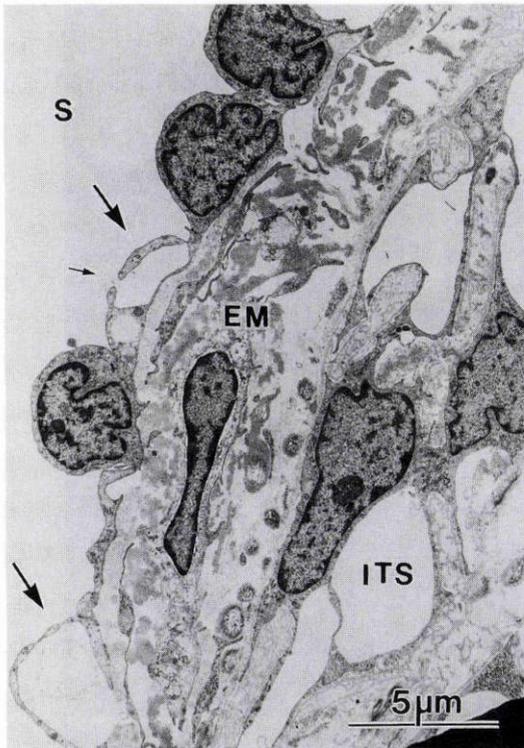


図3 人眼線維柱帯内皮網(眼球7). (×4,000)  
S: シュレム管, EM: 内皮網, ITS: 線維柱間隙, 大きな矢印: 巨大空胞, 小さな矢印: 小孔.

では線維柱帯は人眼と同様 vimentin が陽性で, また, 人眼と異なり S-100, S-100 b も陽性を示した(図9 G). 豚眼ではシュレム管はみられなかったが, 血管内皮には factor VIII は陽性, UEA-I は陰性であった. 毛様体筋は m-actin(図9 H), desmin に陽性を示し, 毛様体筋領域で vimentin がわずかに陽性, S-100, S-100 b が所々に陽性を示した. 上記以外の検索した抗体はすべて陰性であった.

#### 4. 免疫電顕結果

線維柱帯細胞は人眼, 豚眼ともに胞体に vimentin 陽性を示し(図10 A), また, 豚眼では S-100, S-100 b が陽性を示した(図10 B). また, S-100, S-100 b はシュワン細胞胞体や一部核にも陽性であった(図10 C). UEA-I はシュレム管被覆細胞の表面に明らかに陽性で, 血管内皮と同様であった(図10 D). 毛様体筋は人眼, 豚眼ともに m-actin, desmin に陽性を示したが, m-actin は myofilament に一致して陽性であり(図11 A, B), desmin は myofilament 以外の胞体基質に陽性

であった(図11 C). また, 人眼の平滑筋と線維柱帯細胞との中間的な細胞の胞体は m-actin が陽性であった(図11 D).

## IV 考 按

### 1. 人眼の線維柱帯, 毛様体筋移行部について

毛様体筋細胞の外側を覆っている細長い細胞は毛様体筋の後方まで存在しており, 毛様体筋の外側を取り囲む線維芽細胞といわれている<sup>6)</sup>. この細胞は形態的に線維柱帯細胞と非常に類似しており, 両者の境界線を引くことは難しく, 線維柱帯細胞, 線維芽細胞, およびこれらに類似した細胞が混在していると思われる. また, 今回の観察によれば筋束の前端部において, Wolter<sup>1)</sup>, Rones<sup>2)</sup>の報告にみるような腱構造は存在せず, 宇賀<sup>3)</sup>, 西田<sup>4)</sup>による筋腱結合様の構造もみられなかった. これらの特殊な膠原線維束からなる結合装置<sup>3)4)</sup>とは, 今回の棒状あるいは不定形の膠原線維からなる構造物を指していると思われる. また, Rohen<sup>7)</sup>は正常及び緑内障において, シュレム管内壁皮に直接つながる弾性線維様のネットワークの存在を, また, Lütjen-Drecoll<sup>8)</sup>は, 毛様体筋前方先端部において筋間の結合組織内に plaque material がみられ, elastic tendon に由来しているとした. これに関しても, 我々の人眼, 豚眼における観察では弾性線維はみられず, 彼らの主張する弾性線維様構造物や plaque material というのは, やはり膠原線維の不規則なあるいは未熟な重合, あるいはそれが不完全に集合したものと考えられた.

### 2. 豚眼の隅角構造について

豚眼の隅角所見に関しては, これまで全く報告がみられない. 豚眼の網膜構造は人眼の線維柱帯と基本的には同様の微細構造をとっており, 房水の増減などにより網膜構造が自由に広がったり狭まったりすると思われる. また, 線維柱帯細胞胞体内にメラニンがみられ, 人眼の線維柱帯細胞と同様, 貪食能を有していることがうかがわれる. 人眼では主に無髄神経が存在するが, 豚眼では有髄神経が多い. また, 豚眼では線維柱帯内に人眼ではみられない毛細血管が時々みられた. 豚眼の毛様体筋は人眼と同様平滑筋の特徴を示すが, 形は不整で複雑な突起がみられ, 人眼ではみられない胞体の嵌合による接着がみられた. この突出した胞体内には myofilament がほとんどみられず, 胞体の収縮には関与していないようであるが, なぜこのような嵌合がみられるのかは不明である. 移行部において

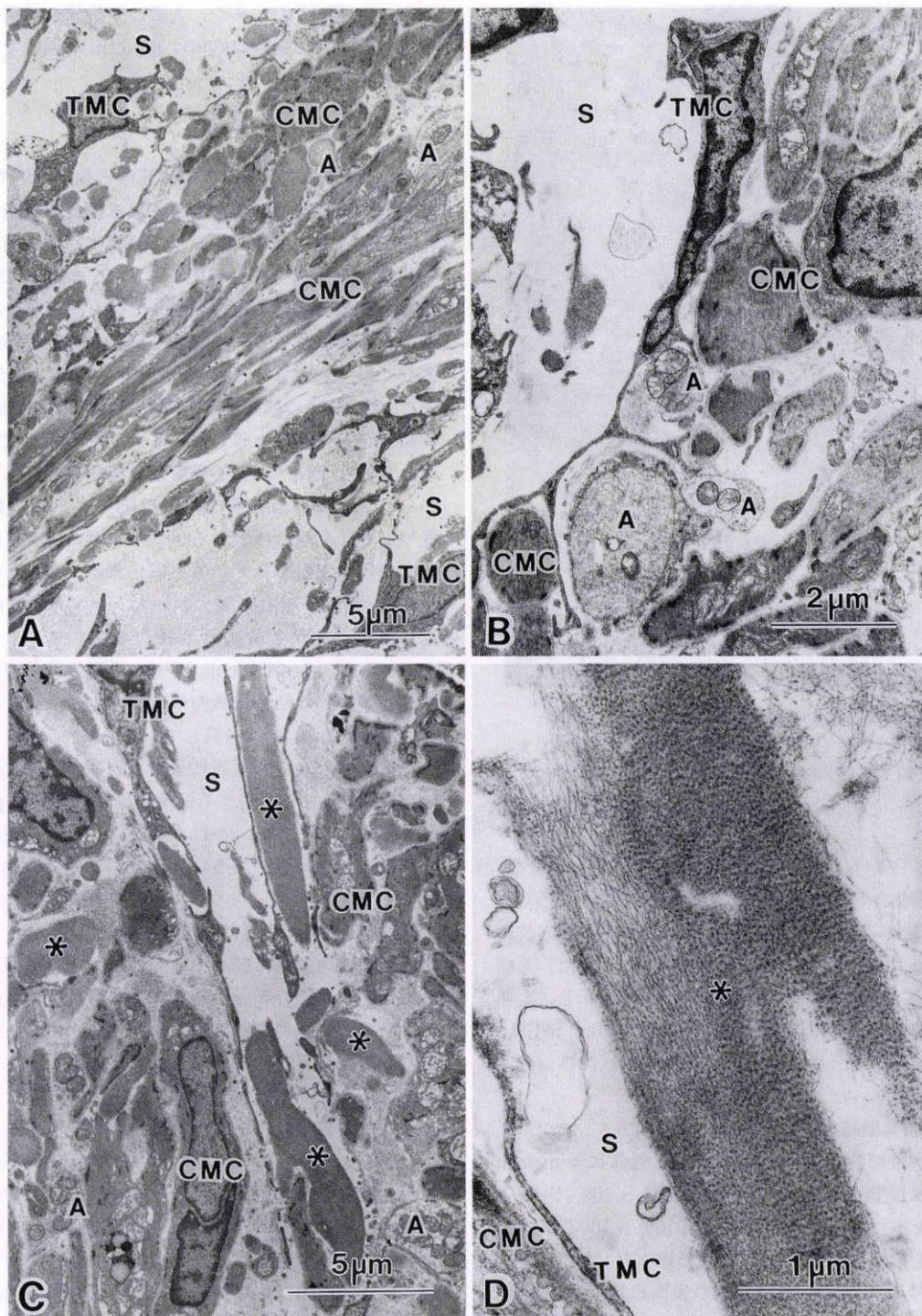


図4 人眼移行部(眼球5)。

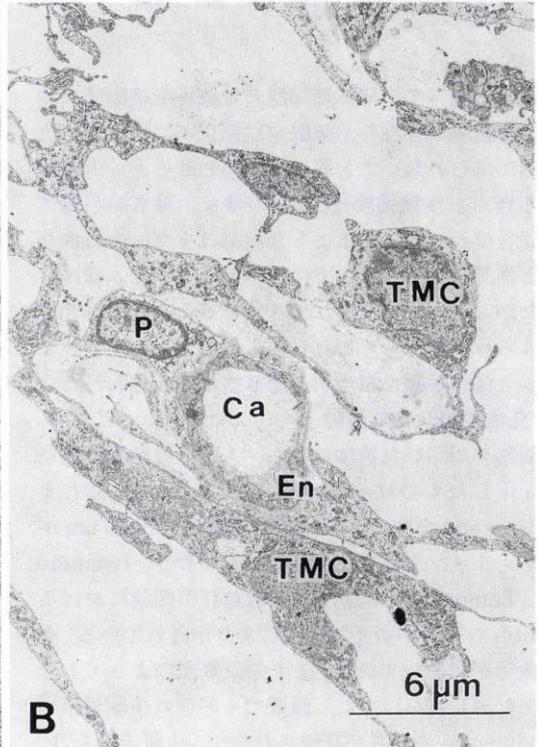
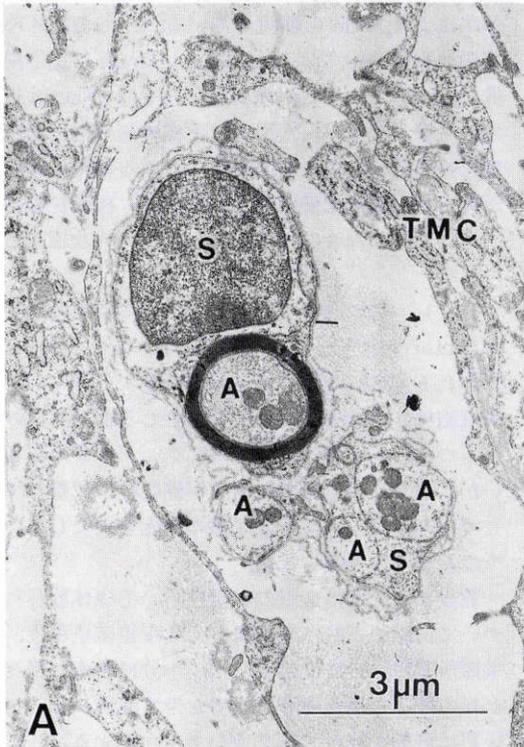
A. 先細りしている筋束, ( $\times 3,600$ ) B. 筋束の外側を線維柱帯細胞が取り囲み, 両者の間に神経線維が介在する. ( $\times 9,200$ ) C. 移行部に多い棒状, 不定形構造物. ( $\times 4,400$ ) D. 棒状, 不定形構造物の拡大図. 膠原原線維の不規則な重合よりなる. ( $\times 23,000$ ) TMC: 線維柱帯細胞, CMC: 毛様体筋細胞, A: 神経線維, S: 房水が流れる間隙, \*: 棒状, 不定形構造物.



図5 人眼移行部の中間的細胞(眼球7). (×11,300)  
 小さな矢印: dense patches, 矢じり: pinocytotic vesicles, 大きな矢印: 外板.

図6 豚眼線維柱帯.

A. 線維柱帯内神経線維. (×8,300) B. 線維柱帯内毛細血管. (×3,500) A: 神経線維, S: シュワン細胞, TMC: 線維柱帯細胞, Ca: 毛細血管, En: 内皮細胞, P: 壁周皮細胞.



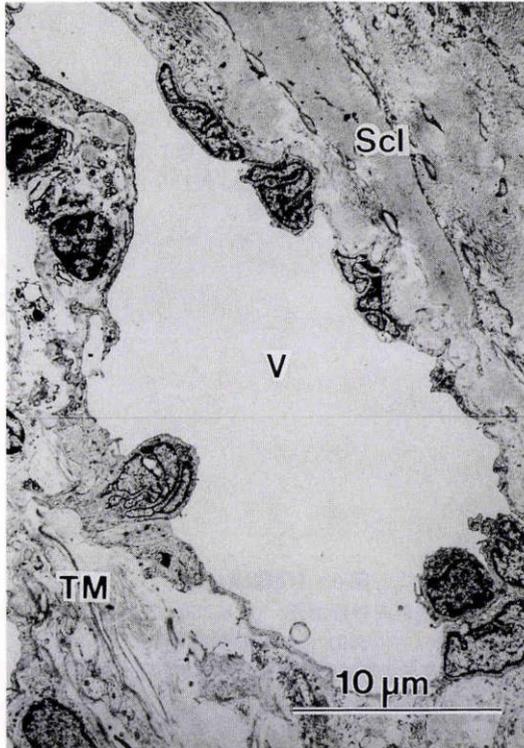


図7 豚眼シュレム管様の脈管。(×2,700)  
V: 脈管, TM: 線維柱帯, Scl: 強膜。

は、人眼と違って毛様体筋細胞と線維柱帯細胞間には疎な結合組織が存在し、豚眼では筋束間にほとんど色素細胞がみられないこと等も考えあわせると、人眼における経ぶどう膜強膜流出路<sup>9)</sup>の様な、房水が毛様体筋束間を流れて排出するような機構は少ないのではないかと推測される。豚眼では明らかなシュレム管は存在しなかったが、切断面によってはいくつかの脈管構造がみられ、おそらくこれらが人眼のシュレム管～集合管～上強膜静脈に相当する房水排出路と思われた。

### 3. 免疫組織化学的検討

今回我々が用いた抗体のうち、人眼線維柱帯細胞に陽性を示したものは vimentin のみであった。これまでに Grierson ら<sup>10)</sup>により線維柱帯細胞内に 10 nm 中間径フィラメントの存在は確認されており、Iwamoto ら<sup>11)</sup>、Tamura ら<sup>12)</sup>により培養線維柱帯細胞における vimentin の存在が蛍光抗体法により示されている。今回組織切片において ABC 法や免疫電顕によってもその存在を示し得た。また、豚眼でも同様に線維柱帯細胞に vimentin の存在が証明されたが、人眼と異なり、

S-100, S-100b もマーカーとして有用と考えられた。S-100 蛋白は神経系以外のいろいろな細胞にも存在しており、その生物学的意義はいまだ不明である<sup>5)</sup>。Michetti ら<sup>13)</sup>は人眼において S-100 蛋白は角膜内皮、水晶体上皮、毛様体の無色素上皮等が陽性、また、Iwanaga ら<sup>14)</sup>は人胎児において、網膜の星状膠細胞、神経線維層、神経節細胞層に強い陽性反応を認め、眼杯の内板由来の毛様体無色素上皮と虹彩上皮後葉には陽性で、外板由来の虹彩、毛様体の色素上皮には陰性であったとした。また、我々と同様に毛様体筋間に散在するシュワン細胞に陽性を認めたが、我々は今回初めてこれを免疫電顕にて示した。

毛様体筋の染色性は人眼、豚眼ともに同様の所見で、m-actin に強陽性、desmin に弱陽性の反応を示した。Tamm ら<sup>15)</sup>も組織や培養細胞において同様の結果を得ている。Desmin は筋肉に特有な中間径フィラメントとされ<sup>16)</sup>、actin はアミノ酸配列の若干異なる 6 種のものが知られ、全ての細胞に存在するといってもよい<sup>16)</sup>が、人眼線維柱帯細胞における actin の存在も Gipson ら<sup>17)</sup>により heavy meromyosin 修飾法で証明され、同法で Ringvold<sup>18)</sup>により猿眼で、小林ら<sup>19)</sup>により家兎眼で証明されている。また、培養人線維柱帯細胞については、Grierson ら<sup>10)</sup>、Tamura ら<sup>12)</sup>が蛍光抗体法により actin を証明している。今回の我々の免疫電顕観察においては、desmin と m-actin は反応局在が異なっていた。また、筋細胞に特有な m-actin 抗体を用いて検索したが、人眼では毛様体筋の他に細長い突起を持ち結合組織の表面を覆っている細胞に陽性所見が得られ、透過電顕所見とあわせて、線維柱帯細胞と平滑筋細胞の両者の特徴を持った中間的な細胞と考えられた。

シュレム管に関しては、血管内皮に特異的局在を示す factor VIII<sup>16)</sup>と、同様に血管内皮のマーカーとして知られる UEA-I<sup>20)</sup>とともに陽性を示し、シュレム管被覆細胞は、線維柱帯細胞よりもむしろ血管内皮の性格をもつことが示された。豚眼にシュレム管は存在しないが、factor VIII 陽性の血管が線維柱帯に接して存在しており、シュレム管と同様の機能を果たしているのではないかと推測された。

最後に、今回は人眼の線維柱帯、毛様体筋移行部について、豚眼と共に微細構造、免疫組織染色性、免疫電顕所見について検討したが、十分に検索し得なかった緑内障等の隅角構造に異常を来す症例についても今後更に詳細に検討する必要があると考える。

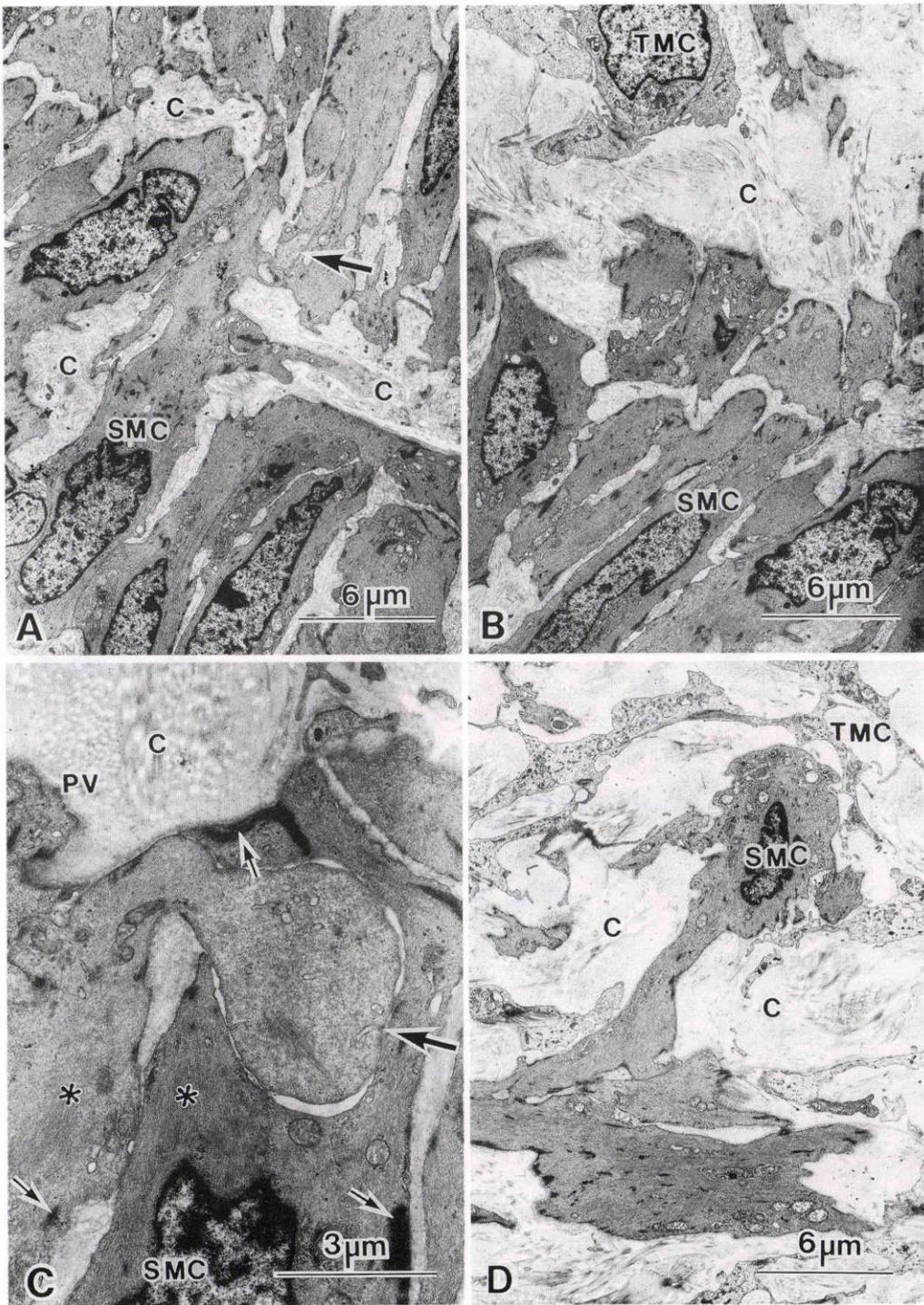


図8 豚眼毛様体筋.

A. 筋束をなす部分, (×3,400) B. 線維柱帯細胞に覆われない筋束. (×3,400) C. 筋細胞の胞体の嵌合による接着. (×8,000) D. 線維柱帯と毛様体筋の移行部. (×3,500) C: 結合組織, SMC: 平滑筋細胞, TMC: 線維柱帯細胞, PV: pinocytotic vesicles, 大きな矢印: 胞体の嵌合, 小さな矢印: dense patches, \*: myofilaments.

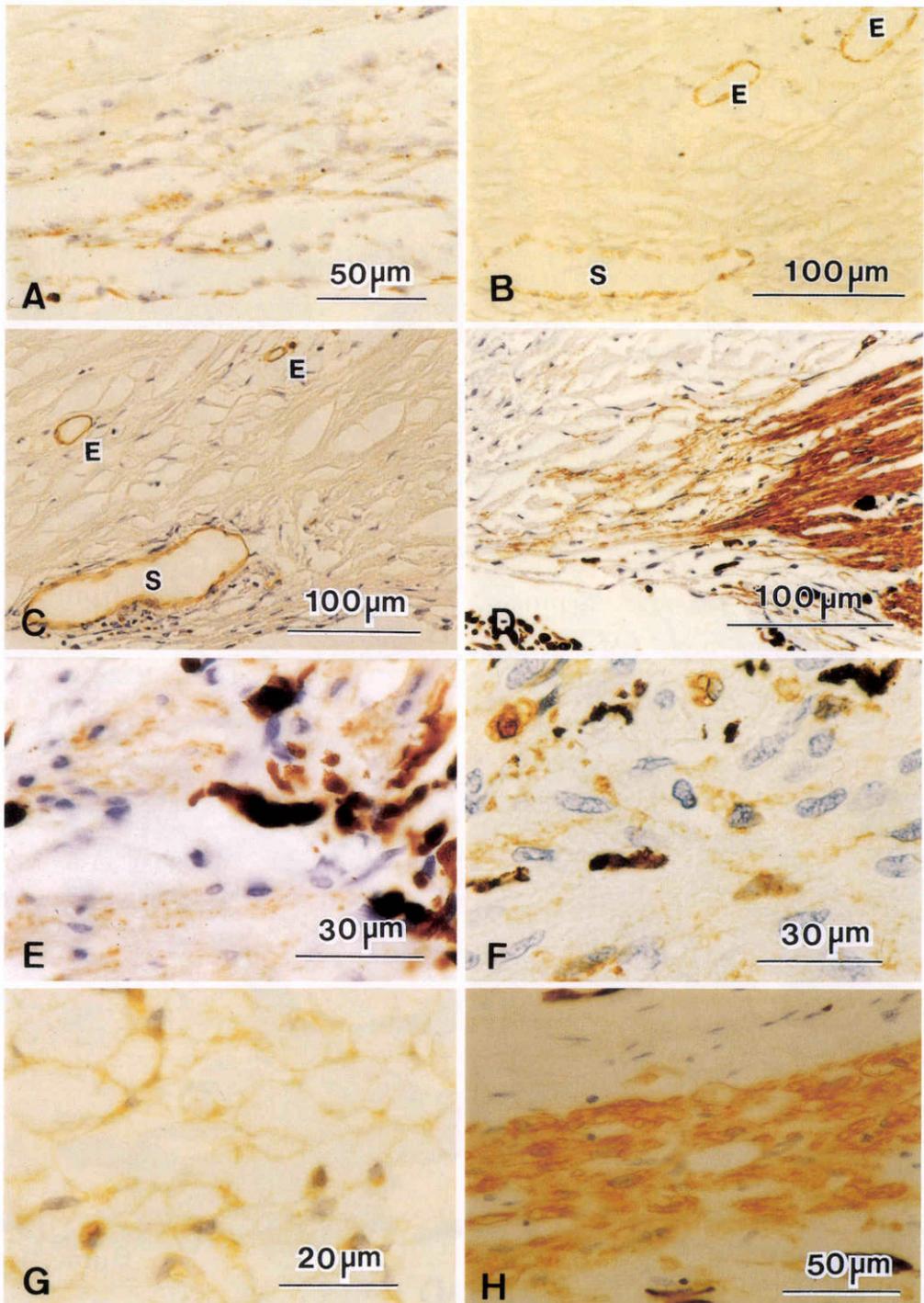


図9 免疫染色.

A-F. 人眼, G-H. 豚眼, A, vimentin (眼球7), 線維柱帯細胞に陽性, ( $\times 330$ ) B, factor VIII (眼球4), シュレム管 (S), 上強膜静脈 (E) に陽性, ( $\times 230$ ) C, UEA-I (眼球4), シュレム管 (S), 上強膜静脈 (E) に陽性, ( $\times 200$ ) D, m-actin (眼球11), 線維柱帯後方から毛様体筋に陽性, ( $\times 240$ ) E, desmin (眼球11), 毛様体筋の一部に弱陽性, ( $\times 660$ ), F, S-100 (眼球12), 線維柱帯後方から毛様体筋領域に所々陽性, ( $\times 660$ ) G, S-100 b, 線維柱帯細胞に陽性, ( $\times 900$ ) H, m-actin, 毛様体筋に陽性, ( $\times 360$ ).

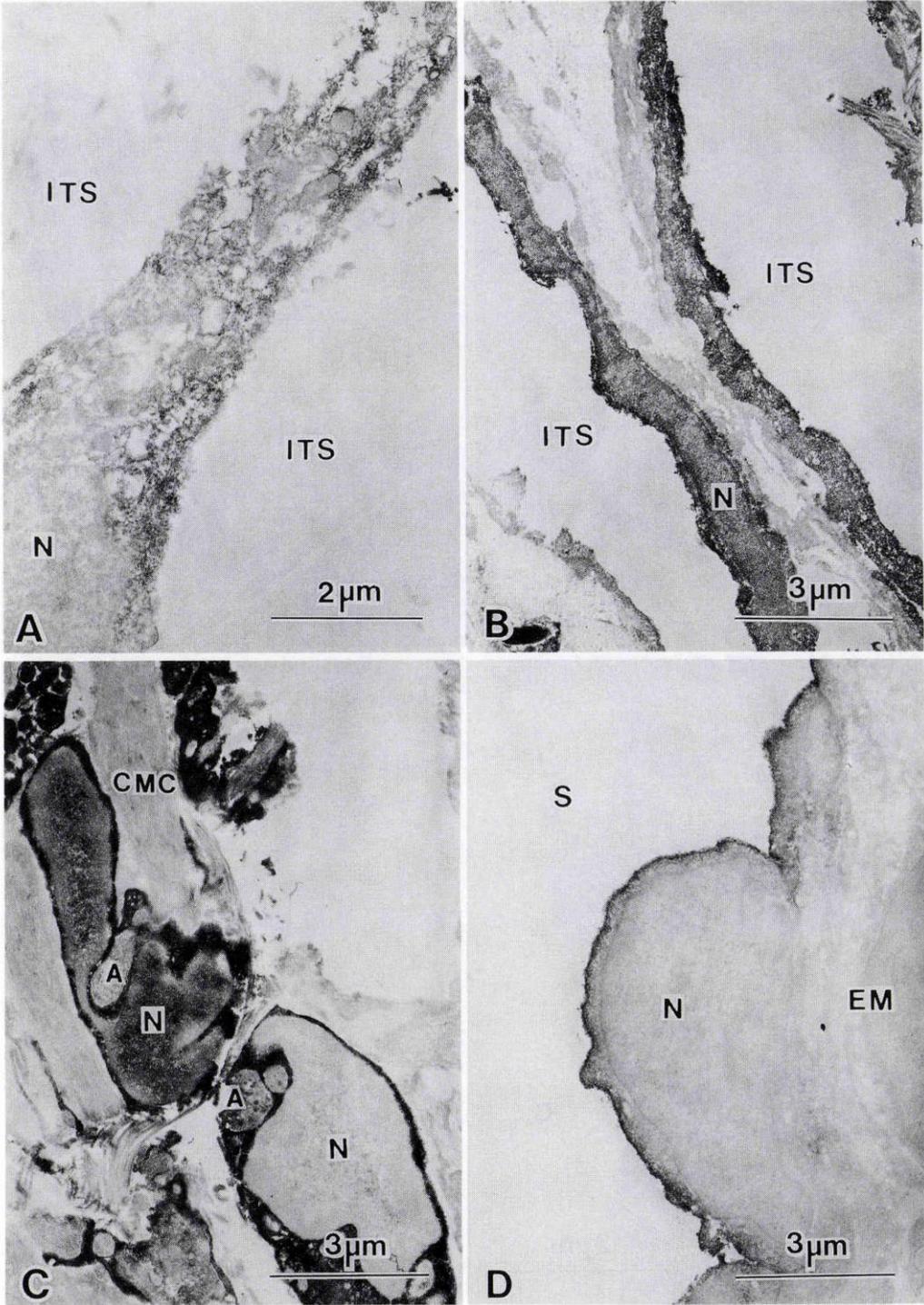


図 10 免疫電顕。(B 以外は未染色)

A. vimentin, 豚眼線維柱帯細胞胞体に陽性。(×11,500) B. S-100, 豚眼線維柱帯細胞胞体に陽性(×8,000)  
 C. S-100, 人眼毛様体筋領域(眼球 4). シュワン細胞胞体と一部核に陽性。(×8,000) D. UEA-I, 人眼シュレム管(眼球 10), 内壁被覆細胞表面に陽性。(×8,000) N: 核, ITS: 線維柱帯間隙, CMC: 毛様体筋細胞, A: 神経線維, S: シュレム管内腔, EM: 内皮網.

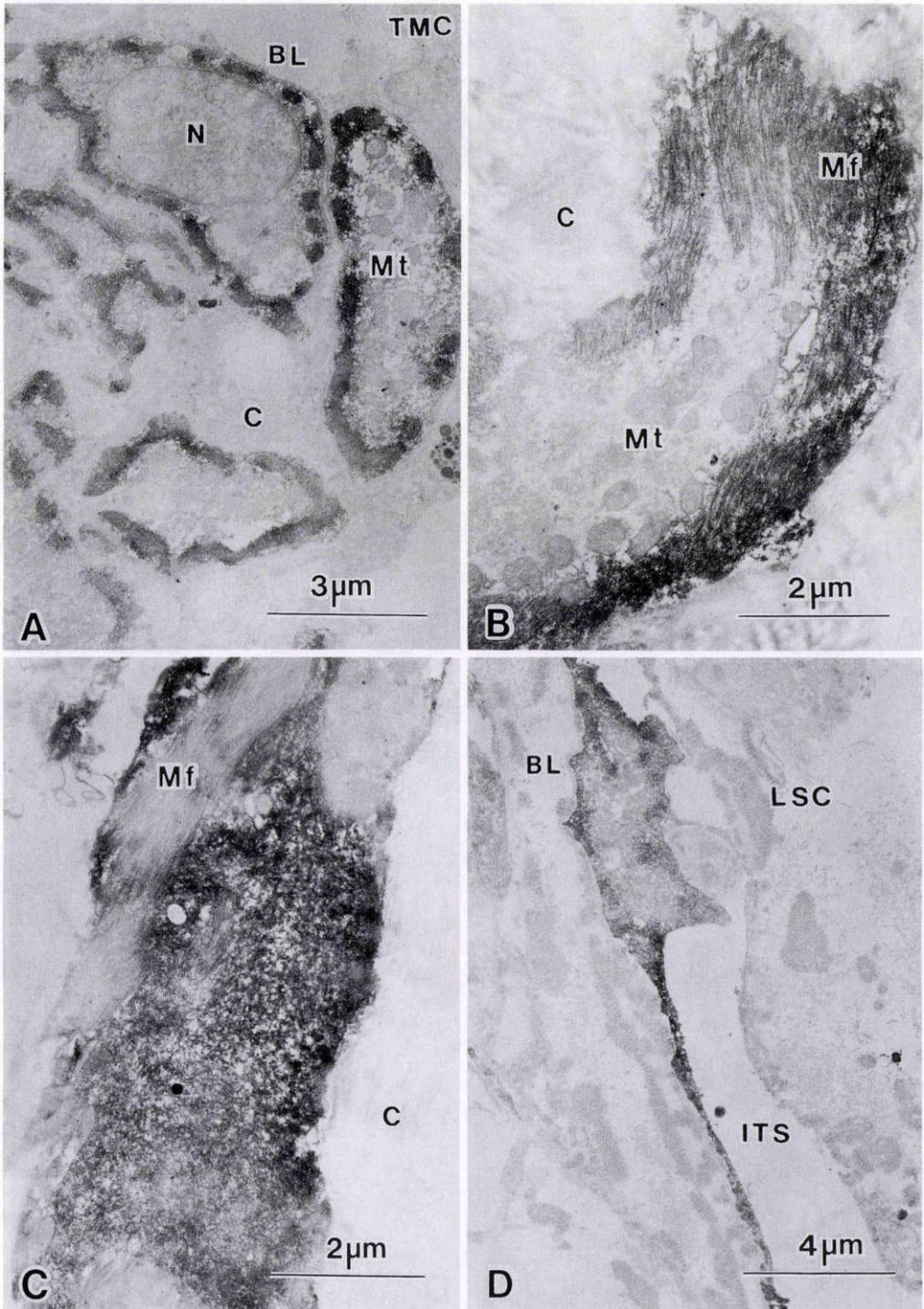


図11 免疫電顕。(未染色)

A. m-actin, 人眼毛様体筋横断像(眼球12), ( $\times 8,000$ ) B. m-actin, 豚眼毛様体筋, ( $\times 11,400$ ) A, B共に胞体内 myofilament (Mf) に一致して陽性. C. desmin, 豚眼毛様体筋細胞, myofilament 以外の胞体部に陽性, ( $\times 11,600$ ) D. m-actin, 人眼平滑筋細胞様線維柱帯細胞(眼球12), 細長い突起を持つ細胞胞体に陽性, ( $\times 5,700$ ) Mt: ミトコンドリア, BL: 外板, TMC: 線維柱帯細胞, N: 核, C: 結合組織, ITS: 線維柱間隙, LSC: 長周期コラーゲン.

## 文 献

- 1) **Wolter JR**: The innervation of the ciliary muscle of man. *Ber Dtsch Ophthal Ges Heidelberg* 58: 327—330, 1953.
- 2) **Rones B**: A mechanistic element in trabecular function. *Am J Ophthalmol* 45: 189—192, 1958.
- 3) **宇賀茂三**: 毛様体筋の特性に関する電子顕微鏡組織学的研究. 第2報. ヒト毛様体筋の前方終着部の微細構造について. *日眼会誌* 70: 1019—1025, 1968.
- 4) **西田祥蔵**: ヒト眼毛様体筋前方起始部の微細構造. *あたらしい眼科* 5: 739—742, 1988.
- 5) **Takahashi K, Isobe T, Ohtsuki Y, et al**: Immunohistochemical study on the distribution of  $\alpha$  and  $\beta$  subunits of S-100 protein in human neoplasm and normal tissues. *Virchows Arch [Cell Pathol]* 45: 385—396, 1984.
- 6) **Ishikawa T**: Fine structure of the human ciliary muscle. *Invest Ophthalmol* 1: 587—608, 1962.
- 7) **Rohen JW, Futa R, Lütjen-Drecoll E**: The fine structure of the cribriform meshwork in normal and glaucomatous eyes as seen in tangential sections. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 21: 574—585, 1981.
- 8) **Lütjen-Drecoll E, Shimizu T, Rohrbach M, et al**: Quantitative analysis of 'plaque material' between ciliary muscle tips in normal and glaucomatous eyes. *Exp Eye Res* 42: 457—465, 1986.
- 9) **Inomata H, Bill A, Smelser GK**: Unconventional routes of aqueous humor outflow in cynomolgus monkey (*Macaca irus*). *Am J Ophthalmol* 73: 893—907, 1972.
- 10) **Grierson I, Rahi AHS**: Microfilaments in the cells of the human trabecular meshwork. *Br J Ophthalmol* 63: 3—8, 1979.
- 11) **Iwamoto Y, Tamura M**: Immunocytochemical study of intermediate filaments in cultured human trabecular cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 29: 244—250, 1988.
- 12) **Tamura M, Iwamoto Y, Nakatsuka K, et al**: Immunofluorescence studies of the cytoskeletal and contractile elements in cultured human trabecular cells. *Jpn J Ophthalmol* 33: 95—102, 1989.
- 13) **Michetti F, Rende M, Lauriola L, et al**: Immunohistochemical localization of S-100-containing cells in non-nervous structures of the human eye. *Cell Biol Int Rep* 10: 765—773, 1986.
- 14) **Iwanaga T, Takahashi Y, Fujita T**: Immunohistochemical localization of S-100 protein in the retina, ciliary body iris of human fetuses. *Cell Tissue Res* 239: 505—510, 1985.
- 15) **Tamm E, Flügel C, Baur A, et al**: Cell cultures of human ciliary muscle: Growth, ultrastructural and immunocytochemical characteristics. *Exp Eye Res* 53: 375—387, 1991.
- 16) **向井万起男, 鳥潟親雄**: 4. 間葉系組織抗原, 5. 細胞骨格 (cytoskeleton) の免疫組織化学. 渡辺慶一編: 病理と臨床, 6. 臨時増刊号, 免疫組織化学. 東京, 文光堂, 156—168, 1988.
- 17) **Gipson IK, Anderson RA**: Actin filaments in cells of human trabecular meshwork and Schlemm's canal. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 18: 547—561, 1979.
- 18) **Ringvold A**: Actin filaments in trabecular endothelial cells in eyes of the vervet monkey (*Cercopithecus aethiops*). *Acta Ophthalmol* 56: 217—225, 1978.
- 19) **小林誉典, 山下秀明, 西村哲哉, 他**: 家兎前房隅角線維柱網内皮細胞のアクチン細線維の蛍光組織化学的, および電顕細胞化学的研究. *日眼会誌* 93: 389—395, 1989.
- 20) **Holthöfer H, Virtanen I, Kariniemi AL, et al**: *Ulex europaeus* I Lectin as a marker for vascular endothelium in human tissues. *Lab Invest* 47: 60—66, 1982.