

ウサギの口蓋扁桃における細網線維構築

岡山大学医学部耳鼻咽喉科学教室 (指導: 増田 游教授)

山 根 辰 生

(平成4年3月23日受稿)

Key words: 扁桃, 細網線維, コラーゲン線維, ウサギ, 低温アルカリ消化・走査電子顕微鏡法

緒 言

口蓋扁桃は、口峽すなわち口腔と咽頭の境界部に位置し、経口的に侵入してきた細菌、ウイルス、その他の抗原を取り込み免疫反応を開始する上で重要な役割を担っている^{1),2),3),4)}。扁桃などのリンパ性組織においては細網細胞や細網線維が立体的な細網構築を形成し、リンパ球やマクロファージなどの自由細胞はその構築内を移動して免疫反応に関与している。

従来、細網構築を調べる方法として、渡銀標本の光顕観察^{5),6),7)}などが行われてきたが、近年、低温アルカリ消化・走査電顕法⁸⁾が開発され、コラーゲン線維網をより立体的にかつコラーゲン細線維のレベルまで観察することが可能になった。この方法を用いてウサギのバイエル板のコラーゲン線維網の観察がなされ、バイエル板の濾胞間域が密に形成されたコラーゲン線維網によって互いに連絡する小室に区分けされていること、および濾胞間域に存在する高内皮静脈やリンパ管が周囲のコラーゲン線維網と連絡するコラーゲン鞘によって包み込まれ、そのコラーゲン鞘には多数の小孔があることが示されている⁹⁾。しかしながら、この方法で観察した扁桃のコラーゲン線維構築に関しては、ウサギの陰窩上皮基底膜に関する報告¹⁰⁾を除いては、見あたらない。

本研究では、口蓋扁桃の陰窩上皮基底膜よりもさらに深部におけるコラーゲン線維構築を明らかにするため、ウサギの口蓋扁桃を用いて同法により可及的に細胞成分を取り除き、走査電

顕下で観察した。また、走査電顕試料に対応する光顕切片と比較観察し、各領域、種々の脈管の同定を行った。さらに渡銀標本による光顕観察および常法による透過電顕観察を併せて行い、扁桃における細網構築とリンパ球の移動との関係について考察した。

材 料 と 方 法

普通環境下で標準固形食 (ARC 4 ; オリエンタル酵母工業, 東京) と水を自由に与えて飼育した雄の家兎 5 羽 (体重 2.5—3.0 kg) を用いた。ペントバルビタールナトリウム静注 (Nembutal ; 50 mg/100 g B.W. ; Abbott Lab., North Chicago) で麻酔し、下行大動脈を結紮した後、上行大動脈から生理的食塩水で灌流したものをを用いて、以下の各試料を作成した。

1. コラーゲン線維構築の走査電顕観察

走査電顕観察に際し、各領域、各脈管の同定を正確にする目的で、下記のように、同一試料の隣接標本光顕切片を作成し¹¹⁾、それとの比較を常に行いながら観察した。

生理的食塩水で灌流した後、上行大動脈から 0.1 M リン酸緩衝・2.5% グルタルアルデヒド (室温, pH 7.4) で灌流固定した後、口蓋扁桃を切り出し、さらに同固定液に浸漬した (室温, 5—6 時間)。エタノール上昇系列を通して脱水した後、パラフィンに包埋して、7—10 μm 厚の切片を作成し、ヘマトキシリン—エオジン染色を施して光顕観察した (BH-2 ; オリパス)。

途中まで薄切したブロックをキシレン、エタノール下降系列を通して水和した。水和した試



図1 a :ウサギ蓋扁桃の光顕像。陰窩 (Cr) の上皮下に、濾胞 (F) が一列に並んでいる。濾胞では、胚中心 (G) と帽状域 (M) とが区別される。この切片は、図1 bと対応し、略号は各々対応するようにラベルされている。(HE染色, ×40)

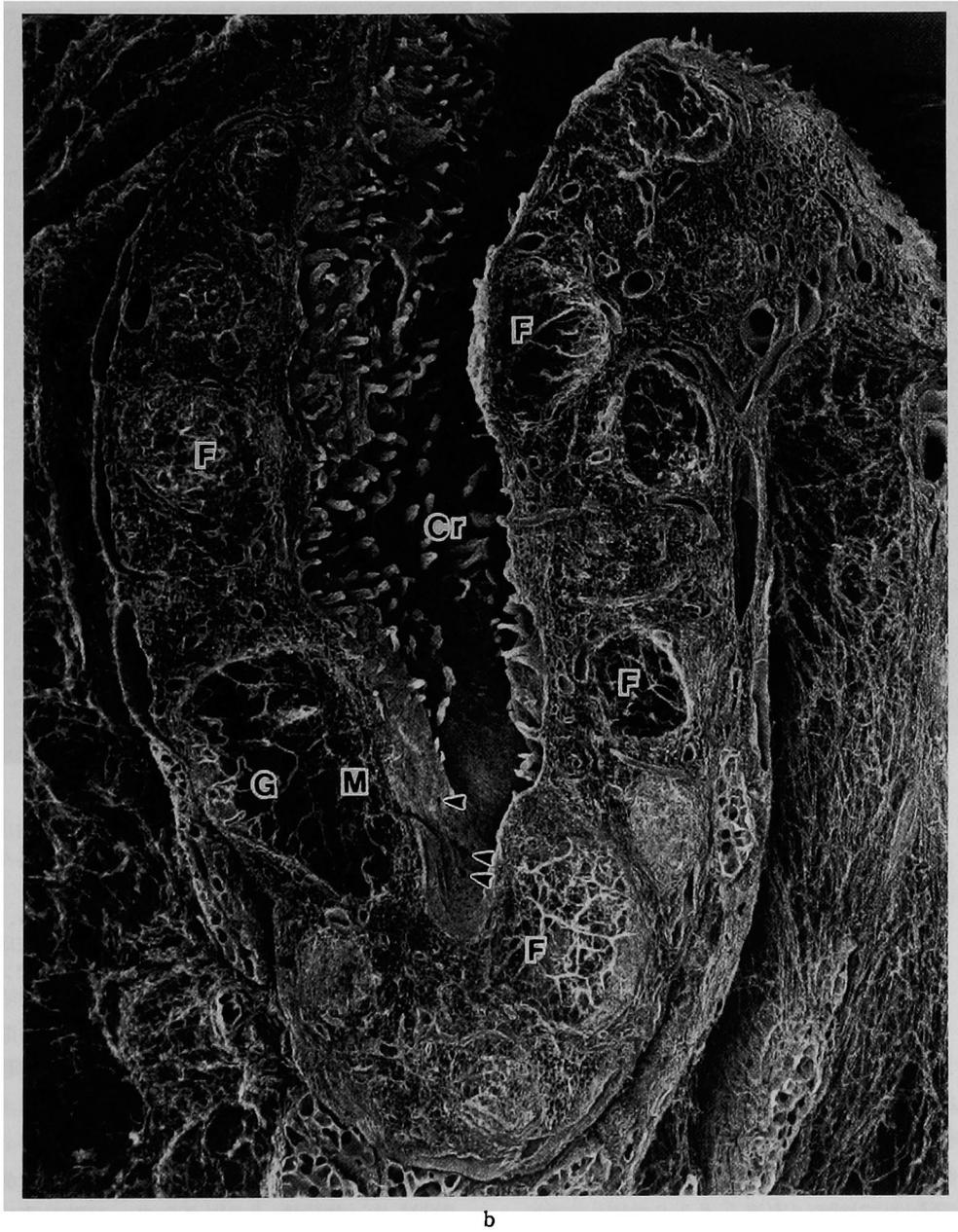


図1 b : ウサギ口蓋扁桃のコラーゲン線維の走査電顕像。図1 a と対応する。濾胞(F)における細網線維網の密度は低い。陰窩(Cr)の上皮下基底膜の小孔(矢尻)に注意。G : 胚中心, M : 帽状域。(×40)

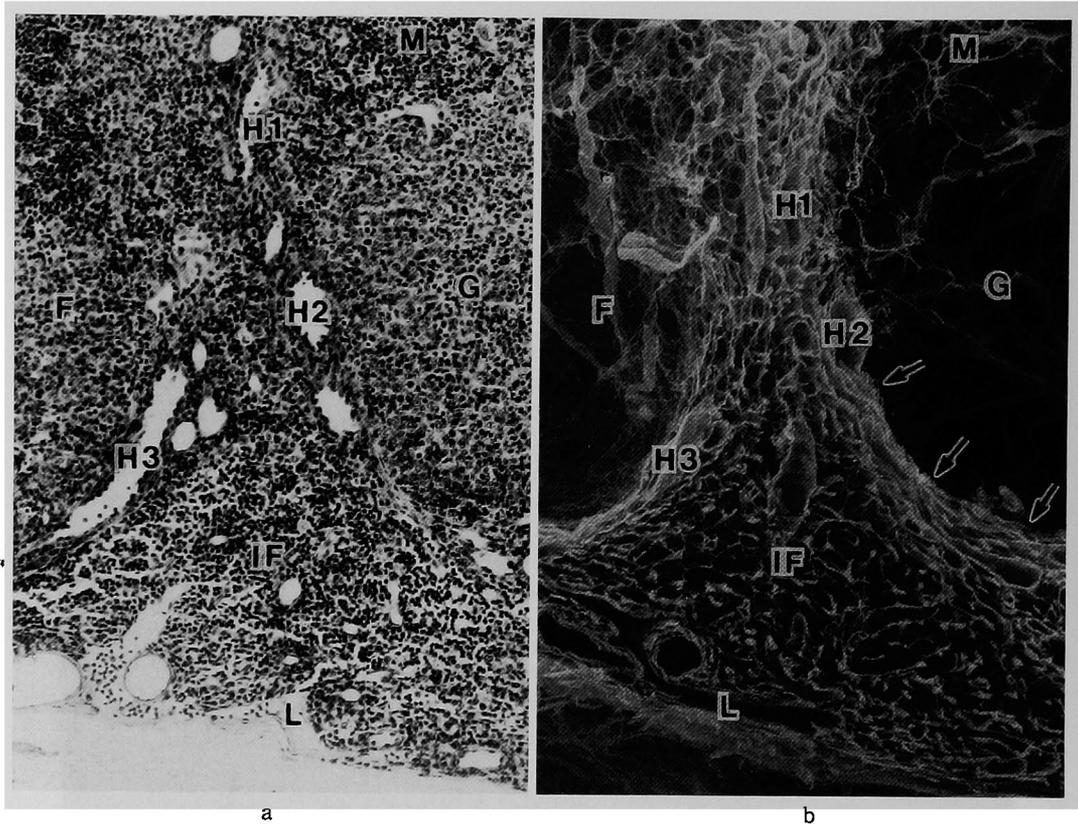


図2 a : 図1 aの拡大像。濾胞(F)と濾胞の間に濾胞間域(IF)が介在している。濾胞間域には、高内皮静脈(H1, H2, H3)およびリンパ管(L)が見られる。この切片は、図2 bと対応し、略号は各々対応するようにラベルされている。G: 胚中心, M: 帽状域。(HE染色, $\times 150$)
 b : 図1 bの拡大像, 図2 aと対応する。濾胞間域(IF)におけるコラーゲン線維の網工は密である。特に濾胞近接部では、コラーゲン線維はより密に、かつ濾胞に対して同心円状に配列している(矢印)。濾胞間域には、高内皮静脈(H1, H2, H3)およびリンパ管(L)の外表面を被覆するコラーゲン線維鞘が見られる。G: 胚中心, M: 帽状域。(x150)

料を2 N 水酸化ナトリウム水溶液(20–25°C)に7日間浸漬した後、試料に透明感が出るまで蒸留水で洗い、細胞成分を除去した⁸⁾。得られた試料を1%タンニン酸で処理(室温, 2–3時間)、蒸留水で洗浄(室温, 4–6時間)、1%四酸化オスミウムに浸漬(室温, 1–2時間)、蒸留水で洗浄(室温, 2–4時間)と行って導電染色¹²⁾し、エタノール上昇系列を通して脱水後、CO₂を用いて臨界点乾燥を行い、銀ペースト(ドータイト D-550, 藤倉化成, 佐野)で銅板製試料台に載台したものに、金をコーティング(Polaron SEM coating system; Polaron Equipment

Ltd.)して、加速電圧5–25kVの下に走査電子顕微鏡(S-2300, 日立)で観察した。

2. 透過電顕観察

生理的食塩水で灌流した後、上行大動脈から0.1Mリン酸緩衝・2.5%グルタルアルデヒド(室温, pH7.4)で灌流固定した後、口蓋扁桃を切り出し、さらに同固定液に浸漬した(氷冷, 5–6時間)。その後0.1Mリン酸緩衝液(pH7.4)で洗い(氷冷, 10–15時間)、1%四酸化オスミウムで後固定を行い(氷冷, 1–2時間)、エタノール上昇系列を通して脱水後、エポキシ樹脂に包埋した¹³⁾。約60nm厚の超薄切片

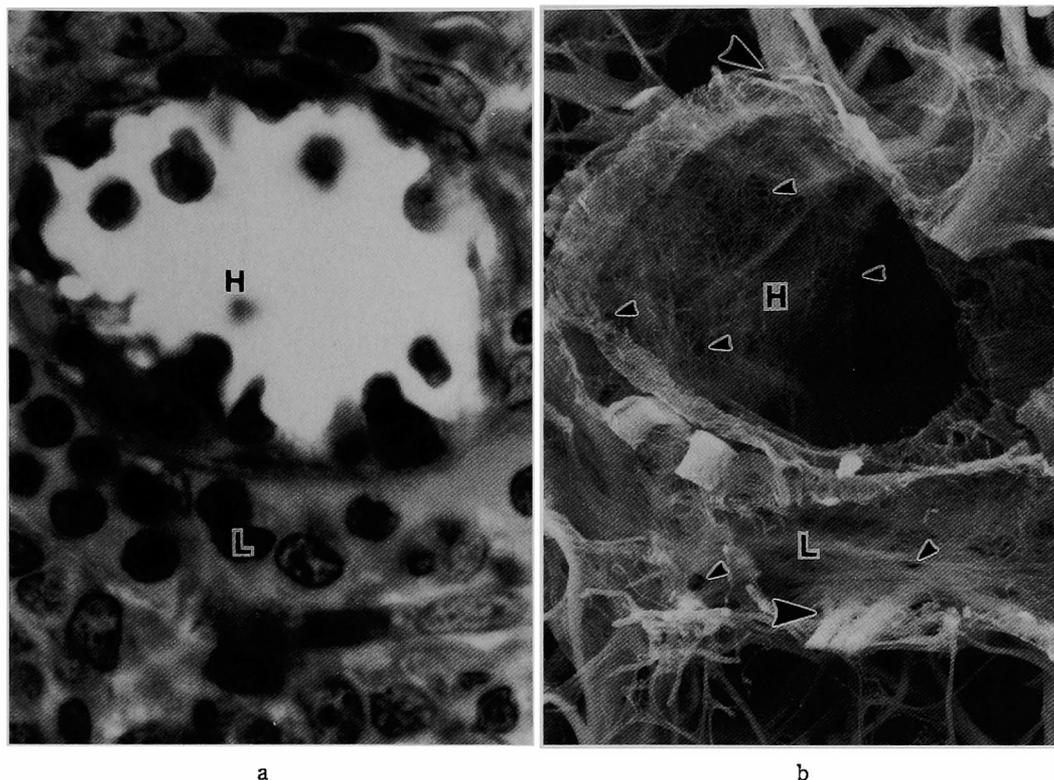


図3 a: 濾胞間域に見られた高内皮静脈(H)とリンパ管(L)の光顕像。この図は、図3 bと対応する。(HE染色, ×1000)
 b: 高内皮静脈(H)とリンパ管(L)の外表面を被覆するコラーゲン線維鞘の走査電顕像。図3 aと対応する。コラーゲン線維鞘には、直径約1.5—3.0 μm の小孔(小さい矢尻)が多数観察される。周囲のコラーゲン線維との連絡が見られる(大きい矢尻)。(×1000)

を作成して、ウランと鉛で二重染色し、透過電子顕微鏡(H-700H, 日立)で観察した。

3. 渡銀標本の光顕観察

生理的食塩水で灌流後、上行大動脈から10%ホルマリン(室温)で灌流固定した後、口蓋扁桃を切り出し、さらに同固定液に1ヵ月以上浸漬した(室温)。エタノール上昇系列を通して脱水後、パラフィン包埋し、約20 μm 厚の切片を作成して、Ishiiの変法¹⁴⁾によるBielschowsky-Maresch渡銀染色¹⁵⁾を行い、光学顕微鏡(BH-2; オリンパス)で観察した。

結 果

1. 光顕所見

1) HE染色

ウサギの扁桃は、単一の陰窩を持ち、陰窩に面する上皮は多数の上皮内リンパ球を認める、いわゆるリンパ上皮共生¹⁶⁾といわれる状態の重層扁平上皮であった。陰窩の上皮下には、上皮に平行してリンパ濾胞が一行に並んでいた(図1 a)。濾胞では、胚中心と帽状域とが区別された。胚中心は、比較的核質の乏しい大型の細胞の集まりからなり、この胚中心の上皮側を被うようにして存在する三日月状の帽状域には、小リンパ球が密集していた(図2 a)。

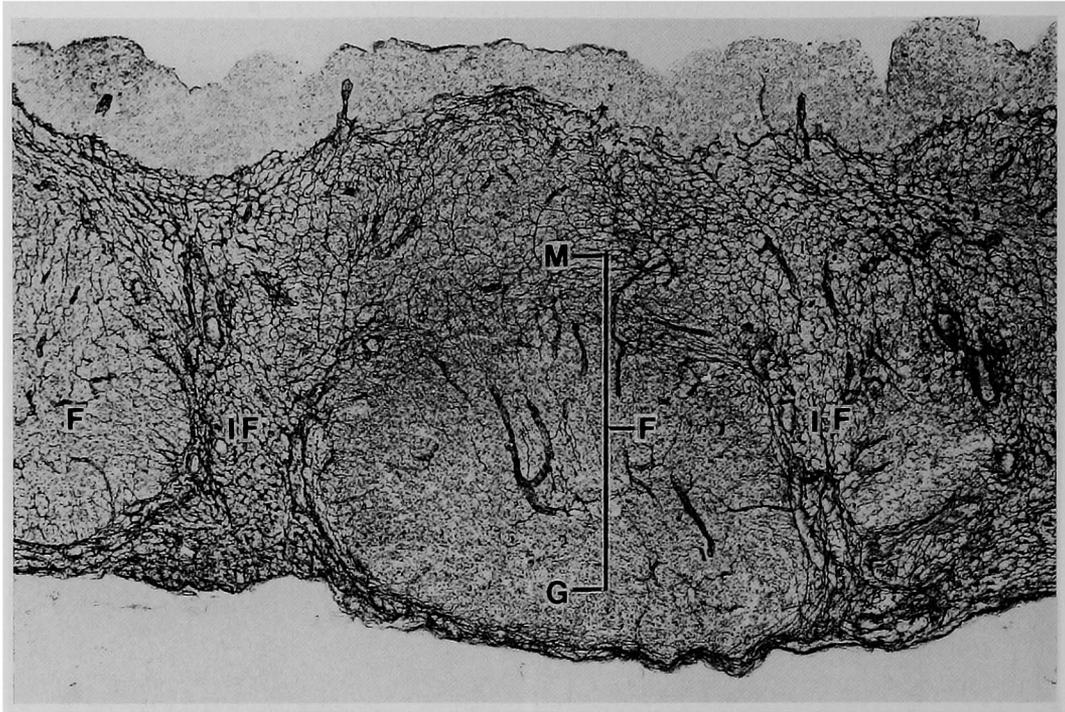


図4 ウサギ口蓋扁桃の渡銀標本光顕像。銀好性の細網線維の網工が観察される。F：濾胞，G：胚中心，IF：濾胞間域，M：帽状域。(×85)

濾胞と濾胞の間には濾胞間域が介在していた(図2a)。濾胞間域には、多数の高内皮静脈(HEV)¹⁷⁾やリンパ管が見られた。灌流固定された標本では、HEVは、血管腔内に血球はほとんど見られず、ほぼ円形で、その内腔に向かって背の高い内皮細胞が突出しているのが認められた。リンパ管は不規則な長円形の断面を示すことが多く、壁は薄く、内腔には多数のリンパ球が認められた(図3a)。

2) 渡銀染色

細網線維網は上皮基底膜部と濾胞間域において密に形成され、濾胞内部においては疎であった(図4)。濾胞の外周に沿って銀好性線維の密な集合が認められた。血管とリンパ管の周囲を銀好性線維が取り囲んでいた。

2. 走査電顕所見

扁桃においてコラーゲン線維は束状あるいは帯状をなし、平行して走る太さ約60nmのコラーゲン細線維が集合して形成されていた(図5a, b, c)。コラーゲン線維は頻繁に互いに分枝融合を繰り返しながら、全体としてコラーゲン線維

の網工を形成していた。扁桃陰窩に面する表面は、一層のコラーゲン線維のシート(陰窩上皮基底膜の lamina fibrosa)に被われ、濾胞間域の上方では指状の乳頭が突出していた(図1b)。濾胞を被う部分には、大小の孔が開いていた。コラーゲン線維の形状、太さ、方向性、およびコラーゲン線維網の密度については、扁桃内においても、局所的に特徴的な差異が認められた(図1b)。

濾胞内におけるコラーゲン線維は、直径約0.1–1.5 μm の細いもので、その走行に特定の方向性は無く、密度も低く(各線維間の距離は約20–80 μm)、全体として極めて疎なコラーゲン線維網を形成していた。濾胞内毛細血管の近くを走るものは、その血管鞘を形成しているコラーゲン線維網と連絡していた(図5c)。コラーゲン線維の太さは、帽状域のほうが胚中心内よりもやや太いものが多く、帽状域におけるコラーゲン線維の太さは0.8–1.5 μm であり、胚中心におけるそれは0.1–1.5 μm であった。

濾胞間域では、コラーゲン線維はコラーゲン

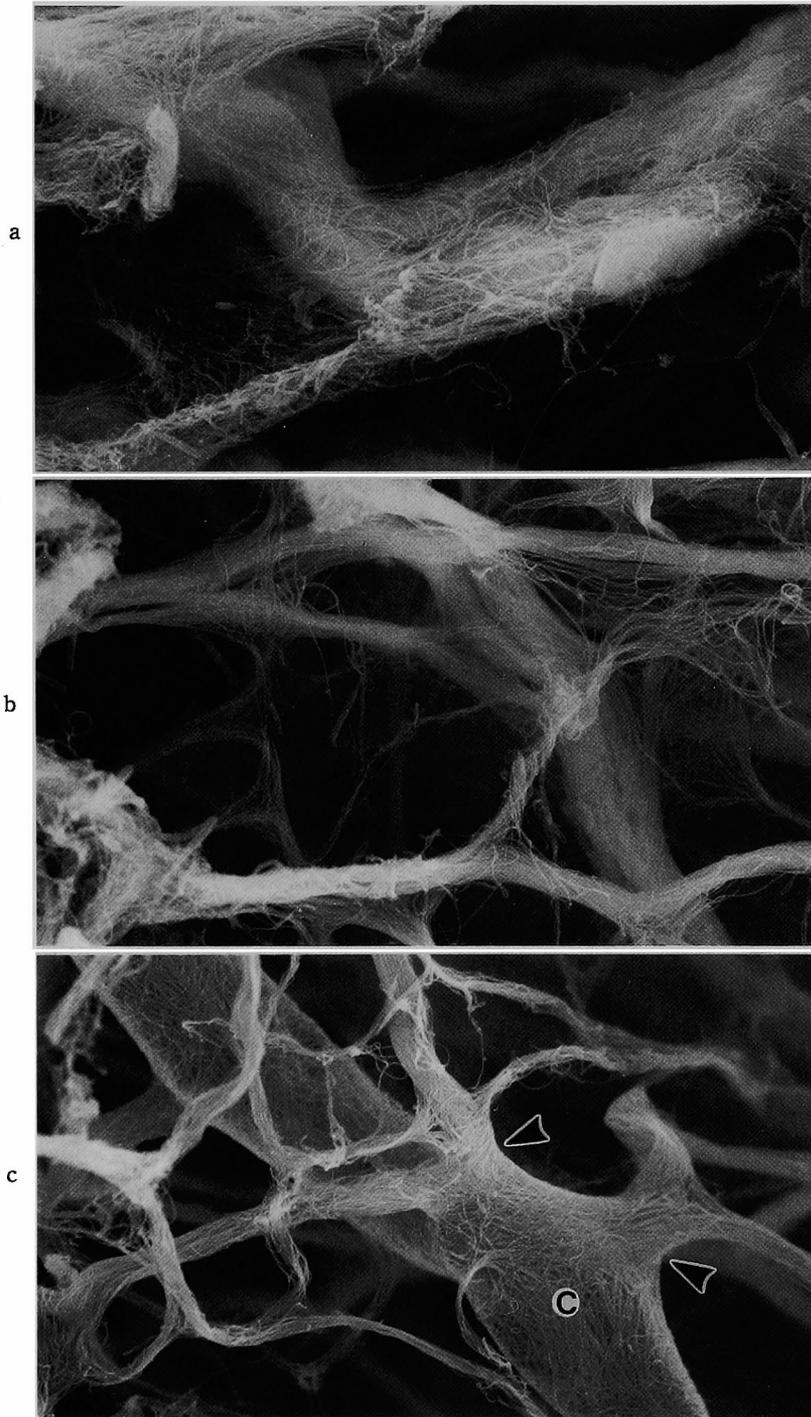


図5 a : 濾胞間域上皮側におけるコラーゲン線維の走査電顕像。シート状または太い束状のコラーゲン線維が見られる。(×2700)
b : 濾胞間域被膜側におけるコラーゲン線維の走査電顕像。上皮側(図5 a)に比べ、コラーゲン線維は細い束状を呈することが多い。(×2700)
c : 濾胞内におけるコラーゲン線維の走査電顕像。コラーゲン線維は細い束状で、毛細血管(C)の外表面を被覆するコラーゲン線維鞘と連絡している(矢尻)。(×2700)

細線維が密に集合して幅のあるシート状（幅約6—10 μm ）、あるいは太い束状（径約3—6 μm ）を呈していた。これらのコラーゲン線維は、頻繁に分枝融合を繰り返し、全体として複雑で線維密度の高いコラーゲン線維の網工を形成し、濾胞間域を互いに連絡する多数の小室に区分けしているように見えた（図2b）。濾胞間域の濾胞近接部では、特にコラーゲン線維の密度が高く（線維間距離は約5—11 μm ）、かつシート状のコラーゲン線維が濾胞の外周を同心円状に取り巻くようにして配列しており、あたかもこの部分を、濾胞外周に平行な互いに連絡する棚状の小部屋に細かく区分けしているように見えた（図2b）。また、この部分には直径8—40 μm の血管やリンパ管が濾胞外周に沿って多く見られた。

濾胞近接部を除く濾胞間域においては、コラーゲン線維の走行に特定の優位な方向性は見られなかった。線維間で縦横に分枝融合し合っているため全体としてモザイク状を呈していた。線維の形状は、濾胞間域の上皮側に近い領域ではシート状または太い束状のものが多く（線維の太さは約3—10 μm ）（図5a）、被膜側に近くなるほどやや細目の束状のものが多かった（線維の太さは約1.8—7.1 μm ）（図5b）。線維の密度も上皮側に近い領域のほうが高い傾向が見られた（線維間距離は、上皮側が約5—23 μm 、被膜側が約13—55 μm ）。

濾胞間域には多数の高内皮静脈（HEV）やリンパ管の外表面を被覆するコラーゲン線維鞘が観察された（管腔直径約20—60 μm ）（図3b）。これらのコラーゲン線維鞘には、小孔（直径約1.5—3.0 μm ）が多数認められた（図3b）。HEVやリンパ管の周囲のコラーゲン線維が、血管鞘やリンパ管鞘を形成するコラーゲン線維と連絡していた（図3b）。

3. 透過電顕所見

径約60nmのコラーゲン細線維が集合して束をなしていた。細網線維は、細網細胞の細胞突起によって被覆されていた。この細網細胞の突起には、窓（直径約0.13—0.25 μm ）が開いていた（図6）。この窓に、リンパ球が突起を陥入させ、細網線維に接触している像も観察された（図6）。

濾胞間域の HEV およびリンパ管において、

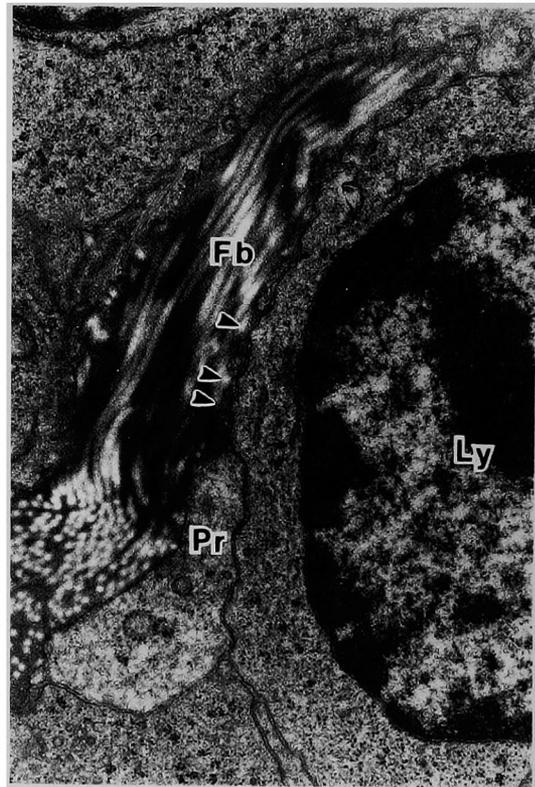


図6 リンパ球 (Ly) と細網線維 (Fb) の接する部分の透過電顕像。両者の間に細網細胞の細胞突起 (Pr) が介在し、その細胞突起に窓が見られる (矢尻)。(×16000)

リンパ球が脈管壁を通過しつつある像が観察された（図7a, b）。変形しながら脈管壁を通過するリンパ球のすぐ近くで、脈管を取り囲む細網線維（すなわち脈管を包む細網線維鞘）に断裂（長さ約1.5—3.0 μm ）が認められた（図7a, b）。リンパ球と細網細胞の細胞突起との接触部分には、特別な接着装置は見られなかった。

考 察

本研究では、ウサギの扁桃の低温アルカリ処理標本を、対応する光顕切片と照合しながら走査電顕で観察した結果、アルカリ処理標本上において各領域および種々の脈管を正確に同定しながら扁桃のコラーゲン線維構築の各領域における特徴を、詳細かつ正確に明らかにすることができた。

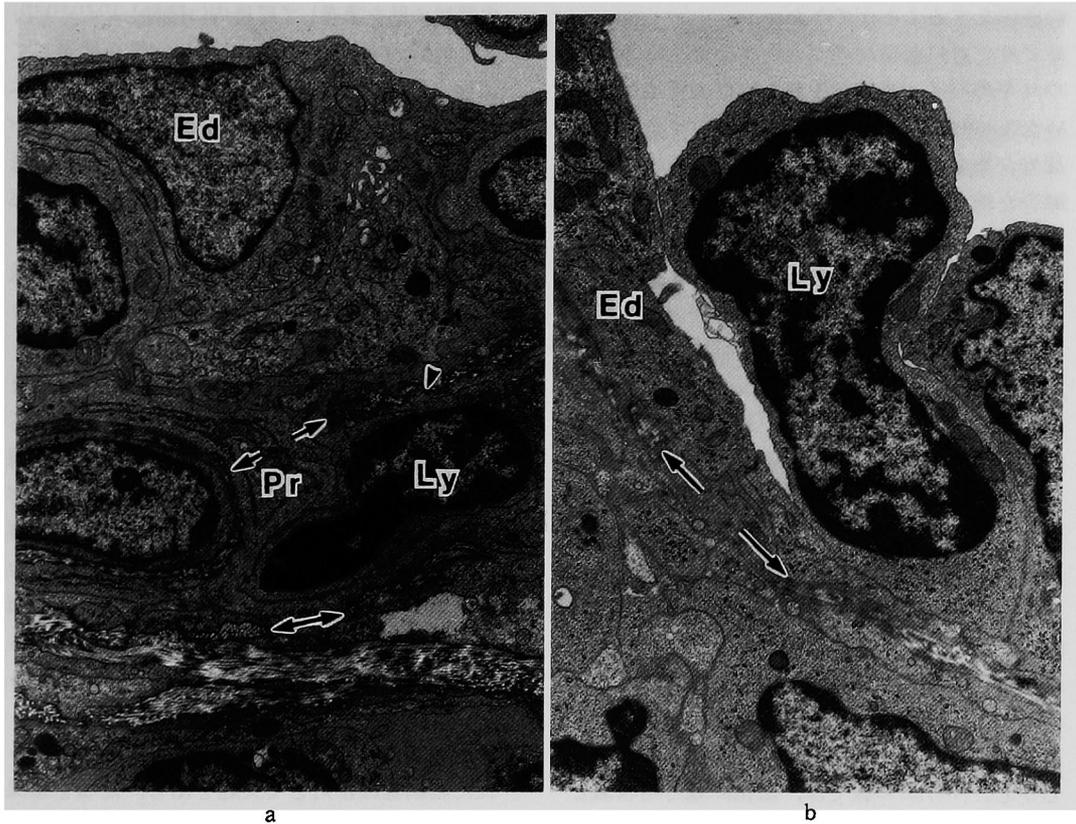


図7 a：高内皮静脈の透過電顕像。変形しながら血管壁を移動するリンパ球 (Ly) のすぐ近くで、高内皮静脈の外周を走行する細網線維に断裂部が見られ (矢印)、その断裂部に細網細胞の細胞突起 (Pr) が入り込んで、移動中のリンパ球と接している。リンパ球が細網線維に対して突起を突き出している (矢印)。Ed：内皮細胞。(×6000)

b：リンパ管の透過電顕像。変形しながら移動するリンパ球 (Ly) のすぐ近くで、リンパ管の外周を走行する細網線維に断裂部が見られる (矢印)。Ed：内皮細胞。(×7600)

本研究において、アルカリ処理を行ったウサギの口蓋扁桃の走査電顕像と渡銀染色を用いて得られた細網線維構築像とを比較すると、線維の分布状態がよく対応していた。従前は、細網線維はその銀好性により、コラーゲン線維とは異なる性質の線維とされていたが¹⁸⁾、近年、細網線維は電顕下ではコラーゲン細網線維の小束にほかならず¹⁹⁾、さらに、細網線維の銀好性は細網線維自体の特性ではなく、線維の表面に存在する物質による^{6),7)}との報告があり、細網線維はコラーゲン線維の一亜型と考えられる。従って、本研究のアルカリ処理標本の走査電顕観察におけ

る扁桃内の網工をなすコラーゲン線維は、渡銀標本で観察される細網線維の骨 (または芯) をなす線維性コラーゲンの束であると考えて支障えないものと思われる。

これまで、細網線維構築の観察は渡銀標本を用いて光顕レベルで行われてきた。渡銀標本の光顕観察においても、細網線維の方向性、細網線維が互いに分枝融合し合いながら網工を形成する像、および細網線維網工の密度は確認することができた²⁰⁾。本研究では走査電子顕微鏡を使用し、より高倍率での観察を行い、多数のコラーゲン細網線維が集合して細網線維を作ってい

る像、基底膜や脈管鞘を形成しているコラーゲン線維鞘に存在する小孔の存在の確認、その径の実測をすることができた。

ウサギの口蓋扁桃のコラーゲン線維構築は、ウサギのパイエル板のそれと類似の構造をしていた⁹⁾。両者ともに、径約60nmのコラーゲン細線維が集合して作られたコラーゲン線維が分枝融合を繰り返して、コラーゲン線維網を形成している。上皮下基底膜に多数の小孔が存在している点も共通する。なお、ウサギの口蓋扁桃における陰窩の上皮基底膜のコラーゲン線維網については、すでに Higashikawa ら¹⁰⁾が、基底膜には直径0.5—20 μm の種々の大きさの小孔が多数存在すること、濾胞上部の基底膜が半球状に盛り上がっていること、濾胞間域上部の基底膜には指状の乳頭が多数突出し、その乳頭には小孔がまねなことを報告しているが、本研究においても、以上の所見を再確認した。

扁桃の濾胞間域におけるコラーゲン線維網の密度が高く、線維の網工によって濾胞間域が、互いに連絡する多数の小室に区分けされているのに対し、濾胞におけるコラーゲン線維網の密度は低いということもパイエル板と同様である⁹⁾。しかし、パイエル板では、濾胞間域と帽状域とのコラーゲン線維構築が類似の構造であると報告されているのに対し、隣接光顕標本で領域を確認しながら観察した扁桃においては、帽状域のコラーゲン線維網の密度はむしろ胚中心と類似して低く、濾胞間域のコラーゲン線維網の密度とは大きく異なっていた。ところで、扁桃を光顕で観察すると、帽状域と濾胞間域の濾胞近接部とはともに小リンパ球が密集していることから両者の境界が不明瞭であり、そのためか従来、両者を一括して帽状域と同定していた場合が見受けられる。しかし、本研究において観察した限りでは、それぞれのコラーゲン線維構築は、帽状域は疎な網工、濾胞間域の濾胞近接部は密な網工を呈しており、両者は区別されるべきものであると考える。

パイエル板と同様に、扁桃においても濾胞間域で、高内皮静脈およびリンパ管の外周を被覆するコラーゲン線維鞘には、多数の小孔が存在していた。パイエル板ではその直径が、約7 μm

であると報告されている⁹⁾が、扁桃では、約1.5—3.0 μm と小さかった。血液中のリンパ球は高内皮静脈の壁を通過して扁桃内に移動し^{17),21),22),23)}、また扁桃内のリンパ球は、リンパ管を通過して扁桃の外へ出て行く^{24),25)}と考えられている。本研究の透過電顕像で、高内皮静脈およびリンパ管の壁を通過しつつあるリンパ球の付近で、脈管周囲の細網線維に断裂が見られ、その断裂部の長さが約1.5—3.0 μm と、小孔の直径と一致することから、走査電顕で観察された高内皮静脈およびリンパ管のコラーゲン線維鞘の小孔は、リンパ球の通過口であると考えられる。

本研究の透過電顕観察で、細網線維とそれを被う細網細胞に対し、リンパ球が突起を出しているのを認めた。すなわち細網線維を被う細網細胞の突起に窓が開いており、その窓にリンパ球の細胞突起が陥入して、リンパ球と細網線維とが直接、接していた。Ohtani ら⁹⁾はウサギのパイエル板の走査電顕観察において同様の細網細胞の突起の窓を示し、この窓を通して露出される細網線維を足場としてリンパ球が移動すると示唆している。本研究の透過電顕観察からも、リンパ球が、細網細胞突起の窓を通して露出された細網線維に対して突起を出し、足場を確保しながら移動するものと強く示唆される。

扁桃内において最も細網線維の網工密度の高い部分が、濾胞間域の濾胞近接部であった。この部分は、特にリンパ球の移動が活発な領域である可能性が高い。すなわち濾胞間域の高内皮静脈から扁桃に入ったT細胞が陰窩上皮内で抗原物質と反応し、一部は陰窩内に入り、一部は輸出リンパ管から扁桃外へ出て行き、一部は濾胞胚中心へ移動してB細胞を活性化させる(あるいはある種のdiffusible factorを分泌してそれが胚中心へ移動してB細胞を反応させる)、そしてB細胞の一部は形質細胞となって免疫グロブリンを分泌し、一部は'memory'cellとして帽状域へ移動し、やがて上皮へ入って特定の抗原と出会った時に反応して免疫グロブリンを分泌する、といわれている²⁶⁾。濾胞間域と胚中心および帽状域との間に介在する濾胞間域の濾胞近接部は、リンパ球の移動が活発に行われる領域であろう。リンパ球の移動が活発な領域に細網

線維網がよく発達しているということは、リンパ球の移動と細網線維構築とが密接に関係していることが示唆される。

結 論

1. ウサギの口蓋扁桃を低温アルカリ消化法によりその細胞成分を除去し、コラーゲン線維を露出させてその網工を走査電子顕微鏡で観察した。走査電顕試料に対応する隣接光顕切片をあらかじめ作成しておき、それとの比較で、各領域、種々の脈管の同定を行い、より詳細かつ正確な観察結果を得た。

2. 扁桃においてコラーゲン線維は、互いに分枝融合を繰り返しながら、全体として複雑な網工を形成していた。濾胞におけるコラーゲン線維網は疎であるが、濾胞間域におけるそれは密であった。濾胞間域の濾胞近接部では、特にコラーゲン線維の密度が高く、かつシート状のコラーゲン線維が濾胞の外周を同心円状に配列していた。リンパ球の移動が活発な部分に、コラーゲン線維網がよく発達しているものと思わ

れた。

3. 濾胞間域において、高内皮静脈およびリンパ管の外表面を被覆するコラーゲン線維鞘が観察され、その線維鞘にリンパ球の通過口と思われる小孔が多数認められた。

4. 透過電子顕微鏡で、細網線維が細網細胞の細胞突起によって被われ、その突起に窓が存在することを確認した。その窓を通してリンパ球が突起を陥入させ、内部の細網線維と接している像を観察した。リンパ球が、細網線維に足場を確保しながら移動しているものと推測された。

本研究の要旨の一部は、平成3年8月30日、第31回日本扁桃研究会において発表した。

本研究の遂行にあたっては、恩師増田 游先生をはじめ、諸先生方に、有り難く、御指導いただきました。また、電子顕微鏡観察に際し、本学共同実験室の岸本 登技官、浦田晴生技官ならびに同実験室元技官林 信男氏の御協力を得ました。心から、感謝致します。

文 献

- 1) Anderson JC: The response of the tonsil and associated lymph nodes of gnotobiotic piglets to the presence of bacterial antigen in the oral cavity. *J Anat* (1974) **117**, 191—198.
- 2) Oláh I: Structure of the tonsils; in *Tonsils: Structure, immunology and biochemistry*, Antoni and Staub, Akademiai Kiado, Budapest (1978) pp 5—49.
- 3) Owen RL and Nemanic P: Antigen processing structures of the mammalian intestinal tract: an SEM study of lymphoepithelial organs. *Scanning Electron Microsc/1978/II* (1978) 367—378.
- 4) Howie AJ: Scanning and transmission electron microscopy on the epithelium of human palatine tonsils. *J Pathol* (1980) **130**, 91—98.
- 5) Ishii T: Über den lichtmikroskopischen Feinbau der Retikulumfasern des Lymphknotens (ein Beitrag zur Frage von Natur und Aufbau der Retikulumfasern). *Proc Jap Soc Reticuloendothelial System* (1966) **6**, 24—37.
- 6) Ishii T: Das Silberbild der Retikulumfasern des Lymphknotens (mit besonderer Berücksichtigung des Übergangs in die kollagenen Fasern). *Verh Anat Ges 62 Vers Marburg 1967; Anat Anz* (1968) **121** (Ergänz.), 353—359.
- 7) Ishii T: Über den lichtmikroskopischen Feinbau der Retikulumfasern im Lymphknoten (ein Beitrag zur Frage der Natur der Retikulumfasern). *Verh Anat Ges 62 Versamml Marburg 1967; Anat Anz* (1968) **121** (Ergänz.), 487—494.
- 8) Ohtani O: Three-dimensional organization of the connective tissue fibers of the human pancreas. A scanning electron microscopic study of NaOH treated tissues. *Arch Histol Jpn* (1987a) **50**, 557—566.

- 9) Ohtani O, Kikuta A, Ohtsuka A, and Murakami T : Organization of the reticular network of rabbit Peyer's patches. *Anat Rec* (1991) **229**, 251—258.
- 10) Higashikawa T, Ohtani O, and Masuda Y : Ultrastructures of the epithelial basement membrane and the subepithelial capillaries in rabbit palatine tonsils. *Arch Histol Cytol* (1990) **53**, 31—39.
- 11) Komai Y and Ushiki T : The three-dimensional organization of collagen fibrils in the human cornea and sclera. *Invest Ophthalmol&Vis Sci* (1991) **32**, 2244—2258.
- 12) Murakami T : A metal impregnation method of biological specimens for scanning electron microscopy. *Arch Histol Jpn* (1973) **35**, 323—326.
- 13) Luft JH : Improvements in epoxy resin embedding methods. *J Biophys Biochem Cytol* (1961) **9**, 409—414.
- 14) Ishii T and Ishii T : Zur Darstellung der argyrophilen Fasern. *Mikroskopie* (1965) **20**, 1—11.
- 15) Maresch R : Über Gitterfasern der Leber und die Verwendbarkeit der Methode Bielschowsky zur Darstellung feinsten Bindegewebsfibrillen. *Zentralbl Allg Pathol Pathol Anat* (1905) **16**, 641—649.
- 16) Fioretti A : Die Gaumenmandel Darstellung der Biologie und Physiopathologie. G Thieme, Stuttgart (1961).
- 17) Stamper HBJr and Woodruff JJ : Lymphocyte homing into lymph nodes : in vitro demonstration of the selective affinity of recirculating lymphocytes for high-endothelial venules. *J Exp Med* (1976) **144**, 823—833.
- 18) Mall FP : Reticulated and yellow elastic tissues. *Anat Anz* (1888) **3**, 397—401.
- 19) Bairati A, Amante L, de Petris S, and Pernis B : Studies on the ultrastructure of the lymph nodes. I. The reticular net work. *Z Zellforsch Mikrosk Anat* (1964) **63**, 644—672.
- 20) Möllendorff W : Handbuch der Mikroskopischen Anatomie des Menschen, Julius Springer, Berlin (1930) **6**, 1, pp 307—346.
- 21) Gowans JL and Knight EJ : The route of recirculation of lymphocytes in the rat. *Proc Roy Soc Lond* (1964) **B 159**, 257—282.
- 22) Umetani Y : Postcapillary venule in rabbit tonsil and entry of lymphocytes into its endothelium : A scanning electron microscope study. *Arch Histol Jpn* (1977) **40**, 77—94.
- 23) Cho Y and de Bruyn PPH : Internal structure of the postcapillary high-endothelial venules of rodent lymph nodes and Peyer's patches and the transendothelial lymphocyte passage. *Am J Anat* (1986) **177**, 481—490.
- 24) Ohtani O, Ohtsuka A, and Owen RL : Three-dimensional organization of the lymphatics in the rabbit appendix. A scanning electron and light microscopic study. *Gastroenterology* (1986) **91**, 947—955.
- 25) Ohtani O : Three-dimensional organization of lymphatics in appendix, sacculus rotundus and Peyer's patch ; in *Microcirculation-an update*, Tsuchiya, Asano, Mishima and Oda eds, *Excerpta Medica, Amsterdam/New York/Oxford* (1987b) **2**, pp 419—422.
- 26) Curran RC and Jones EL : Immunoglobulin-containing cells in human tonsils as demonstrated by immunohistochemistry. *Clin exp Immunol* (1977) **28**, 103—115.

Organization of the reticular network of rabbit palatine tonsils**Tatsuo YAMANE****Department of Otorhinolaryngology,****Okayama University Medical School,****Okayama 700, Japan****(Director : Prof. Y. Masuda)**

The collagen fiber network of rabbit palatine tonsils was studied by scanning electron microscopy (SEM) of alkali-water macerated tissues. Tissue sections adjacent to the SEM specimens were also observed by light microscopy. The collagen fibers, which consisted of collagen fibrils, branched out or fused together, thus forming the collagen networks as a whole. The collagen networks within the follicles were coarse, while those within the interfollicular areas were dense. The interfollicular area that surrounded or was adjacent to the follicle had dense networks arranged in a concentric pattern around the follicles. Such a dense collagen network may be the site in which lymphocytes actively migrate. In the interfollicular area, there were high endothelial venules (HEVs) and lymphatic vessels which were surrounded by collagen sheaths. These venules and lymphatic vessels had many pores through which the lymphocytes appeared to migrate. Transmission electron microscopy of lead-stained tissue samples showed that the reticular fibers were closely associated with the thin cytoplasmic processes of the reticular cells. These processes were in direct contact with the lymphocytes and had many pores or fenestrae.