

# リンパ管鑄型法によるウサギ腸間膜リンパ節 鑄型の走査電子顕微鏡的研究

岡山大学医学部第1外科教室（主任：田中早苗教授）

黒 河 達 雄

（昭和53年2月23日受稿）

## I 緒 言

リンパ節の微細構造についての研究は、電子顕微鏡が応用され始めてから、急速な進展が見られ、主として、その洞および実質を構成する細胞学的な詳細な観察がなされ、その機能も少しづつではあるが明らかにされてきた。しかし、リンパの流れに主眼をおいた、系統的な形態学的研究は近年あまり見られず、輸入リンパ管から色素を注入して、リンパ節内でのリンパの流路をみる仕事は Drinkler<sup>1)</sup> でほぼ完結している。この色素を使う方法は、色素が食作用を有する細胞内にとり込まれる性質を利用して、節内のリンパ洞壁を描出するには優れているが、リンパが満す空隙そのものを観察するには不十分であった。

一方、臓器における血管系の立体構成を知るために、ビニール樹脂、合成ゴム、アクリル樹脂などを使った合成樹脂鑄型法が開発され、種々の臓器での3次元的な血管構築に利用されたが（Narat<sup>2)</sup>, Pukett & Neumann<sup>3)</sup>, More & Duff<sup>4)</sup>, 長田<sup>5)</sup>, 新田<sup>6)</sup>）走査型電子顕微鏡の応用により、より硬度なアクリル樹脂の開発と相まって、詳細かつ鮮明な像を得られるようになり血管鑄型法による研究は飛躍的な進歩をとげた（Murakami<sup>7)</sup>）。

しかし、リンパ管鑄型法に関しては、リンパ管挿管、注入の困難なことや、リンパ管自体の脆弱性などから、わずかの報告しか見られず（入野<sup>8)</sup>, Davidson & Hobbs<sup>9)</sup>, Kobayashi<sup>10)</sup>）、かつ不十分なものが多い。

本研究では、従来使われたものより低い粘度の合成樹脂を用い、ウサギ腸間膜リンパ節のリンパ鑄型を作成、走査電子顕微鏡で系統的に詳細に観察し、つづいて種々の注入圧による変化を、またリンパ管

より洗浄した同リンパ節切断標本の走査電顕像、透過電顕像を、および樹脂注入標本の光顕像など、多方面から検討を加え、リンパ節内におけるリンパ流路を解明し、3次元的に再現した。

## II 実験材料および方法

2 kg前後の家兎を用いた。

注入に使用した合成樹脂は、大日本インキ製の Mercoc で濃青色の主剤と硬化剤の混合により、5—8分で硬化する。主剤の比重は20℃で1.083、粘度は20—30 cps、硬化による線収縮率は0.9%、体積収縮率は6.4%である。

### 1. 鑄型標本の作成と観察

ケタラール麻酔下に開腹し、小腸間膜を露出し、その根部のリンパ節群を確認したのち、それより2—5 cm遠位の腸間膜リンパ管の1本を選び、中樞側に向け、27ゲージの針を挿管し、そのまま用手にて0.8—1.0 mlの Mercoc（主剤と硬化剤の混合したもの）を2—3分かけてゆっくり注入した。注入された Mercoc は最終的には4—5本のリンパ管を流れて、多くの場合、1コのリンパ節を満し隣接する他のリンパ節に流入することはなかった、なお樹脂を細部にまで流入させるために、注入が終る少し前にリンパ節群のすぐ中樞側で輸出リンパ管の通る部を鉗子で止め、圧を加え、そのまま硬化させた（この段階で種々の圧の条件のものを作成した）。1—2時間後、その樹脂で満されたリンパ節をとり出し、20% KOHの中で6—7日間、組織を腐蝕させ、その後、流水中で慎重に腐蝕した組織を洗い流して空气中で乾燥させた。乾燥した鑄型標本は、カミソリの刃で3—4コのプロックに切断し、EIKO イオンコート 1 B 3型にて金蒸着した後 JSM-U 3および P 15走査電子顕微鏡にて観察した。

## 2. 切断標本の作成と観察

1. と同様の方法にて末梢リンパ管より生理的食塩水にて洗浄したリンパ節を直ちにとり出し、2.5% グルタルアルデヒドにて約24—36時間固定後、徳永ら<sup>11)</sup>の方法により凍結切断、あるいはカミソリの刃にて切断した後漸強アルコール系にて脱水し、臨界点乾燥 (Anderson<sup>12)</sup>) を行い、同様に金蒸着した後、走査型電子顕微鏡にて観察した。

### 3. 透過電顕標本の作成と観察

2. と同様に生理的食塩水で洗浄したリンパ節を抽出し、直ちに2.5% グルタルアルデヒド、2% パラフォルムアルデヒド、PH 7.4 カコジール 酸緩衝液にて2時間室温固定し、0.2 M のカコジール 酸緩衝液 (PH 7.4) にて12—24時間洗浄後、1% オスミウム酸緩衝液にて2時間後固定し、漸強アルコール系にて脱水後、Epon 812 に包埋した。thin section を作成、酢酸ウラールと鉛で重染色し、HU 11型透過型電子顕微鏡にて観察した。

### 4. 樹脂注入標本の光顕観察

リンパ管より樹脂を注入したリンパ節を、3. と同様の方法で Epon 包埋し、thick section とし、トルイジンブルー染色後、光顕にて観察した。

### 5. 樹脂注入リンパ節の切断標本の観察

リンパ管より樹脂を注入したリンパ節を、2. と同様の方法で切断し、走査電顕で観察した。

## III 観察結果

### 1. リンパ鑄型の観察

#### 輸入リンパ管

輸入リンパ管鑄型は、直径300—400  $\mu$  で、比較的まっすぐ走り、ほぼ0.5—1.0mm毎に弁の鑄型がみられ、すなわち図1は、弁の部の鑄型で、この部では輸入リンパ管はリンパ節の方向にむかって直径が細くなり、その部を葉状の鑄型が包みこむような構造を示した。ただし、図1では2枚の葉のようにみえるが、注入時の圧の差などの影響により、ふくらんで半球状になったものまで多少の形態的な変化はみられた。

なお、輸入リンパ管はリンパ節への流入前2mmくらいの部で、径約130  $\mu$  くらいの数本の小リンパ管に枝分れしつつ、リンパ節表面を密接して走り、さらにリンパ節辺縁洞へ流入する直前で、約50  $\mu$  の2—3本の最終枝に分枝する (図2)。最終枝には弁は観察されず、それらが分枝する直前で、輸入リンパ管における最後の弁がみられることが多かった

(図3)。

## 辺縁洞

### a. 外側面

リンパ節鑄型の外側表面は、直径0.3—1.0mmのドーム様構造から成り、各ドームは30—200  $\mu$  の巾の深い切れ込みによって境界される (図2)。このドーム構造は、節門部を除いてリンパ節鑄型の全表面にわたってみられた。このドーム様構造は辺縁洞の鑄型で、各ドーム間の深い切れ込みは梁柱により形成されたものであることは明白である。

なお、輸入リンパ管の最終枝は、すべてドーム頂点からではなく、梁柱によって出来た切れ込みの谷間付近から、1個のドーム (節) につき1—2本、斜めの角度で辺縁洞に流入する (図2, 3)。

また、辺縁洞被膜側の表面を少し拡大してみると (図4)、5—8  $\mu$  の巾のせまいが、しかし深い不連続性の切れ込みが不規則に観察され、この切れ込みによって、その表面が径40—80  $\mu$  の島状構造に細分節されていることが明らかとなった。

### b. 断面

辺縁洞鑄型の切断面を観察すると (図5)、約70  $\mu$  の厚さをもち、50—100  $\mu$  毎に、不規則な数  $\mu$  巾の切れ込みがみられ、これらは外側表面で観察された切れ込みに一致し、多くの場合、外表面から内面まで連続していた。

### c. 内側面

辺縁洞鑄型の内側表面の観察は、リンパ節内部にリンパ鑄型が欠除している場合、すなわち、後に詳しく述べるが、2次小節が存在していた場所でのみ可能であった。

ここで予め、断わっておくが、本論文では辺縁洞とは、外表面に接した被膜下の洞をいい、梁柱に接した洞は梁柱洞として区別することにする。そこで、図5の断面で、正面にみられる、辺縁洞鑄型内側面から連続した、壁のような構造物は、梁柱洞鑄型内面構造として次の頁で述べる。

辺縁洞鑄型の内側面は、外側面と類似していて、40—80  $\mu$  径の島状構造がみられたが、外側面に比して全体に凹凸著明であった。

## 梁柱洞

梁柱にそって走る梁柱洞の鑄型内側面は比較的平滑であったが、多くの場合、約100  $\mu$  毎に、巾5  $\mu$ 、重さ200  $\mu$  ぐらいの縦長の裂け目がみられた

(図5矢印). しかし, 図6のごとく, 1枚の連続した壁のようにみられ, 裂け目のみられないものもあったが, いづれにしても辺縁洞鑄型の内面構造とはかなり異なった様相を呈しており, この洞には, 樹脂注入時に障害物となって著明な凹凸を作るような構造物に乏しく, 実際, 後述する判断のリンパ節でもこの部には洞に架橋する細網細胞はあまりみられなかった.

### 皮質

リンパ節鑄型をほぼ中央で切断し, その断面を観察すると(図7), Mで示す鑄型構造の密な部(右下1/3)と, その他の疎な部分とに大別された. 前者は髓質部, 後者は皮質部に一致する. まず上方にみえる皮質の部をみると, 矢印で示す辺縁洞は, 太矢印のごとく梁柱洞となって皮質内に深く入り込んで, Sで示す球形の空間をとり囲み, 太い枝のような鑄型となって, 互いに吻合しつつ皮質部を進み, 次いで髓洞へ連結していた. 一方, 左方の皮質をみると, 太い枝の間に多数の小さい球状構造物が観察された.

リンパ節皮質部のリンパ鑄型は, 数多くの標本の観察の結果, 3種類の鑄型構造に分類された. 図8は, リンパ節鑄型の皮質部断面を弱拡大したものであるが, この3種類の鑄型構造が観察される. すなわち, 1つは2次小節に一致して, 辺縁洞下に径350 $\mu$ の, 中央部に鑄型の集まりをもつ球形の空間(S)がみられ, つぎに, やはり辺縁洞直下の1次小節に相当する部に, 砂をまいたような微細な構造物(P)が, 最後に, 皮質中央部に, 数珠を連ねたような鑄型構造物(D)がみられ, これが瀰漫性リンパ基質にあたる部位である. 以下それぞれにつき詳述する.

#### a. 瀰漫性リンパ基質

皮質部の観察で最も多くの部分を占めていたのはこの部の鑄型構造物で, 図9のごとく, 無数の数珠がつながって並んだような構造(数珠状鑄型)をとる. そして, 辺縁洞(B)に対して直角に起り, 中心部に向い, ほぼ一定の方向性をもって放射状に走行し, 髓質部に連続しているように観察された. この数珠状鑄型と辺縁洞との連絡は, 図8のようにごくせまい巾の微細な珊瑚状鑄型(1次小節の部に相当, 後述)を介し得る場合もあるが, 主として, 辺縁洞が皮質に入り込んだその先端部から直接, 数珠状鑄型が発生し, そのまま皮質中央部へのびていくのが観察された(図10, 図20).

また, 髓洞への移行部では, 管状構造はみられなくなり, 数珠の珠が密に連続したような形態をとり(この層はごく薄く, せいぜい100—200 $\mu$ ), 比較的明瞭な境界をもって, 髓質部へ移行していく(図8, 図9).

さて, この数珠状鑄型の一部を拡大してみるに, 図11のごとく, この鑄型は2つの基本構造より構成されており, 1つは球状部分で, 他は茎のような形をした構造物(S)で, これによって2つの球状部が連結されていた. この球状部は, 30—40 $\mu$ の径をもち, 表面は大部分, 平滑であり, 一部には, 半球状の陥凹(約5 $\mu$ )がみられた. そして, この茎状の部は, 10—50 $\mu$ の長さで, 球状部を連結しながら, しばしば枝分れ, 吻合し合い, あるいは弁の鑄型のような形を示したり, 時には, 茎状部が短くて, 球状構造が連続しているように観察された. また, しばしば, 球状部を先端にして行きどまりとなり, きこの状の鑄型を形成していた.

ここで, 皮質における数珠状鑄型部を弱拡大もう一度, 観察すると図9Cで示すごとく, 数珠構造の中に, やや太い樹枝状の鑄型が散見された. さらに, 数珠状鑄型を少しけずった標本では, この樹枝状の鑄型の形態がさらによく観察された(図10C). 図12は, この鑄型の部分を拡大したものであるが, 数珠状鑄型は一定の方向性をもっているのに反して, この樹枝状構造物(C)は, 全く別の方向に, その太い径(60—100 $\mu$ )を保ったまま, 直線的にのびており, しかも, 数珠状鑄型とは直接の交通したところはみられなかった. その表面には数珠状鑄型にみられるような, 丸みがなく, くびれもみられず, 完全に周囲を壁で囲まれた一定の空間—洞—に流入して出来た鑄型を想起させた.

ところで, 実験方法の項でも述べたように, 輸出リンパ管の通過する部を鉗子で止めないで, 注入した樹脂が自由に流れる状態のまま硬化させ, 作成した標本の皮質部をみると, 図9Cのような太い樹枝状の鑄型構造のみが観察され, 太い枝が, 比較的直線的に分枝, 吻合し, 粗い網目を作り, 梁柱洞, および髓洞と直接, その太い径を保ったまま連結されていた(図13).

以上のことから, これらの構造は, 梁柱洞から連続して, 皮質中を走る内皮で囲まれたリンパ洞—皮質洞—の鑄型であると判断され, これより以下, このような洞を皮質洞と表現することにする.

次に, 注入の際, 少し圧をかけた(輸出管を止め

た後、少しだけ注入を続けた) 鑄型標本を観察すると、太い皮質洞のあちこちに、数珠状鑄型がみえはじめ(図4)、これらは注入圧を強くするに従って、その数を増し、互いにつながって、ついには図9のように、皮質洞鑄型をおおい隠すほどになるものと思われた。

#### b. 1次小節

辺縁洞鑄型と数珠状鑄型との間には、時に、ごくせまい巾の珊瑚状の微細な鑄型構造が観察されることがあった。

図15は、その部の中等度拡大であるが、珊瑚様の構造物が複雑に連続しながら、網目様あるいはスポンジ様構造をなしていた。これらは、辺縁洞(B)と一部で直接連絡されており(矢印)、この図の下方では数珠状鑄型に次第に移行していた。

図16は、さらにこの部を拡大したものであるが、 $10\mu$ 径の球状圧痕(矢印)をもつ、厚さ $3\mu$ ほどのちぢれた、ひだの多い膜の様な構造物の連続がみられた。これらの構造は狭い細胞間隙に入り込んだ樹脂が、細胞をとり囲むようにして形成されたものと想像された。

#### c. 2次小節

リンパ節鑄型の皮質部において、最も特徴的な形態を示したのがこの部分で、辺縁部に数多く観察された。

これらは $400-500\mu$ 径のほぼ球形の空間がその基本構造をなし、辺縁洞直下、および梁柱洞にすぐ接してあることが多いため、それらの洞の鑄型内面を観察するのに好都合となっていた。

この空間の内部には、全く空虚なもの(図7S)から、その殆んどを占拠する(図20)に至るまでの、さまざまな大きさの鑄型が観察されたが(図19)、それらはいずれも $40-50\mu$ の類球形の鑄型が集合して一塊となり、空間のほぼ中央部に位置していた。

この中央構造物は、周囲の皮質部鑄型との固定が脆弱で、鑄型を切断する際、刃がこの部に当たると、容易に脱落してしまい、空間部のみが残されることが多かった。したがって、この中央構造が観察されるのは、たまたま球状の空間に接するように鑄型が切断された時に限られていた。それゆえ、通常、この中央構造物と周囲の皮質部との連絡部分を見ることは出来なかったが、私は、先端を極度に細くけずった針で、実体顕微鏡のもとに、注意深く、中央構造物を傷つけないように、周囲の鑄型を壊して、と

り除き、この連結部を観察することに成功した。図18は、図17の下方の鑄型をとり除いたところであるが、中央の構造物は、その径をやや細くしながらも、小球形構造の集まりという形態を保ちながら、比較的太い連結部で皮質の数珠状鑄型と連続していた。

中央構造物が大きくて空間の大部分を占めるようなもの(図19、図20、図21)は、主体をなす最小単位の構造物は、球形からやや細長く桿状となり、分枝を出しつつ図21の矢印にみるごとく、一部が皮質部と連続していた。また、図20のごとく、空間部のほとんどを占めるような場合、小桿状構造物は、その間隔がやや疎となり、縦軸の方向性をもつようになり、数珠状鑄型に類似した形態を示すようになった。

#### 髓質

リンパ節鑄型標本において、髓質部は、組織標本では空間部がその主体となっているのは全く逆の状態となり、密に充満した鑄型構造物で置きかえられており、太い節くれだった、木の根のような構造物が、不規則に、屈曲、蛇行しながら、分枝、吻合し合って連続していた(図22)。

これらは、部位によって、2種類のやや異なった形態をとり、1つは、髓質の辺縁部、すなわち、皮質から髓質へ移行した部位に主としてみられ、図24のように、直径 $100-200\mu$ の太い髓洞鑄型が、やや間隔をおいて走っており、この太い鑄型の間隙には径 $5\mu$ くらいの不規則な構造の鑄型(R)がみられた。この髓洞鑄型間の微細構造物は、皮質部の1次小節の部にみられた珊瑚状鑄型にその形態が類似しており、ところどころで径 $5\mu$ くらいの細い連結部が観察された(図23)。

もう1つの形態は、髓質中央部より節門部にかけてみられ、図25のごとく、この図は図24と同じ大きさの拡大であるが、前述した髓洞鑄型より小さい、径 $40-50\mu$ の曲りくねって連続した髓洞鑄型が密にみられ、この間には小さい鑄型構造は観察されなかった。この髓洞鑄型には、その表面に多くの切れ込みをもっており、鑄型が形成される際、細網細胞の突起が樹脂の流入を妨げたものと推定された。

#### 輸出リンパ管

この実験に使用した、ウサギ腸間膜リンパ節は、4~5個のリンパ節が節門部で連続しており、全体として数本の輸出管が観察された。

一般に、髓洞より輸出管への移行は、まず1本の主管が、節門部深部より、径 $50\mu$ の接合部で髓洞のリンパを少しづつ集めながら太くなり、ほぼリンパ節の表面に垂直に出ており、それに数本の副管が髓質表層部より出て途中から主管に合流し、結局、 $600-800\mu$ の輸出リンパ管となる(図26)。

図27のSEは、それぞれ副輸出管であるが、Mで示す髓洞鑄型表面より発生した最小管は、副輸出管に集束され、やがて主輸出管(ME)に合流してゆく。

輸出リンパ管は、全体に丸みがあって、その表面はおだやかな弯曲を示し、弁の部分も鋭利な湾入による裂け目として観察された。

## 2. 割断標本の観察

### 皮質

割断標本と鑄型標本とは、凹凸が全く逆となって表現されるので、両者を対比しながら観察し、とくに樹脂がリンパ節のどのような部を充満して鑄型を形成したかを考察した。

図28は皮質部の割断面で、左側上下に走っているのが辺縁洞(B)で、それより右方、細胞の密につまった皮質中を走る太い洞(C)が、鑄型で樹枝状に観察された、皮質洞である。この洞は、辺縁洞にみられるような、洞を横切る細網細胞群は全く見られず、表面が平滑な内皮細胞で囲まれていた。一方、辺縁洞と皮質の間も連続した膜構造で境されていたが、各所に $5-10\mu$ 程度の小孔がみられ、辺縁洞より基質中への樹脂流入の可能性をうかがわせた。この標本は、かなりよく洗浄されており、辺縁洞、皮質洞には殆んど浮遊細胞がみられなかったが、リンパ基質部には円形の細胞が密につまっており、遊離細胞はあまり除去されていなかった。しかし、点在するわずかの空隙部にそっては線維成分を伴った細網細胞がみられ、図30では、狭い線維で囲まれたトンネルをリンパ球が通過しようとしているところが観察され、このようなところが数珠状鑄型の茎部に相当するのではないかと想像された。また、図29は、もっと密に細胞のつまったリンパ基質部であるが、矢印で示すように、線維成分が一定の方向性をもって配列していた。

しかし、このような所見が観察される場所は、皮質の中でも、瀰漫性基質部に限られ、1次および2次小節の部は、あまりに密に細胞があるため、所見を読みとることはできなかった。

### 髓質

割断標本髓質部でも鑄型標本に一致して、2種類の異なった空洞が観察された。すなわち、その1つは、太い皮質洞が、髓質部へ流入した直後に形成された部にみられる髓洞群で、図31のごとく扁平な内皮で囲まれ、洞内に架橋する細網細胞をもたない、径 $100\mu$ 前後の大きい髓洞が、分枝、吻合しながら走っており、髓洞間には、細胞の密につまった髓索が観察された。この髓洞の内皮は完全に閉鎖されているように見えるが、ところどころに小孔があって、図32矢印のごとく、リンパ球が通過しているのが観察された。このような形態から、この髓洞部は、鑄型髓洞部の項で先に述べた構造と一致し、洞鑄型間の微細鑄型は、髓索間に流入して形成されたものと考えられる。

しかし、このような髓洞は、髓質辺縁部にわずかにみられるのみで、大部分の髓質部は図33にみられるような髓洞の形態をとっていた。すなわち、髓索部が非常に薄くなり、内皮と内皮がほんのわずかの髓索をはさんで背中合せにくっついたような構造をとり、図31のような完全な管状構造をとらず、巾 $30-40\mu$ の扁平不規則な梁状構造の髓索(T)が、直径 $40-50\mu$ の穴をあていどとり囲むごとき、網状構造を示し、その間に、細い細網細胞の突起が伸びて髓洞内腔を橋渡ししている。この部に流れ込んだ樹脂は、後に述べた方の髓洞鑄型を形成し、鑄型表面の切れ込みは、細網細胞によるものと考察された。

## 3. 透過電顕標本の観察

これまでの観察によって、輸入、輸出リンパ管を含めて、リンパ節鑄型の各部分が、組織におけるどの部位に相当するのかがほぼ明らかとなった。ただし、皮質部における、リンパ鑄型の形態は、皮質洞を除いて、まだ不明な点が多い。そこで、この項では、皮質部、とくに瀰漫性リンパ基質の部を対象に観察した。

リンパ管より生食にて洗浄したリンパ節の瀰漫性リンパ基質の部を透過電顕で観察すると、膠原線維を伴った細網細胞が各所にみられ、それらの間には、リンパ球を主体にした数個の遊離細胞が比較的余裕をもって不規則に配列しており、細胞間にはそれぞれ、数 $\mu$ から時には $10\mu$ の空隙が認められた(図34)。そしてよくみると、これらの空隙には、中に浮遊物質を容れた、連続した膜で囲まれた空間が、細胞と細胞にはさまれるようにして、細胞間隙に従

った形で存在していることが多かった。図34の上部に、広い連続した膜で囲まれた空間がみられるが、この中には核構造(N)が認められ、その上部に細胞内器管がみられることより、この空間は変性した細網細胞の胞体が融解して出来たもので、細胞間のいろいろの大きさの空間も、それに類似したものと思われた。光顕で空間として観察される場所は、こうした形態を示すものが多かった。

また図35のごとく、胞体の一部が手を上げて空間をとり囲んだような細網細胞が多くみられた。

次に、皮質洞について述べる。皮質洞は、その表皮層が、連続した細網内皮細胞(沿岸細胞)でおおわれ、その直下に膠原線維を主体とした線維成分の層がみられ、その裏側、つまり、リンパ基質側にも、1層の扁平な細網細胞の層がみられた(図36, 37)。

図38は、その皮質洞壁の約5 $\mu$ の小孔より、3個のリンパ球が、洞中へ移行しつつある像であるが、洞内皮細胞と線維層をはさんだ反対側の細網細胞とは、その孔の端のところで互いに連続していた。一方、図36は、より小さい孔(2.5 $\mu$ )より、リンパ球が洞内へ移行しているところだが、強拡大でその小孔をみると(図37)、孔の端では、内皮細胞と基質側の細網細胞(r)の連続が失われ、ために、その間にはさまれた線維層は、小孔に露出する形となって、通過中のリンパ球に接していた。

#### 4. 樹脂注入標本の光顕観察

光顕でみると、樹脂(Mercox)はそれ自体Eponと同じく透明であるが、それが注入された部は、ふくらみ方や形態などから明瞭に区別出来た。

Fawcett<sup>13)</sup>に従って、皮質部を3つに分類し(a. 瀰漫性リンパ基質, b. 1次小節, c. 2次小節)、各々の所見をのべる。

##### a. 瀰漫性リンパ基質

1次および2次小節部が皮質の外表面に近いところを占めているに比して、この部は、皮質中央部から深部にかけてみられ、他の部よりも、細胞密度が疎で、線維成分も比較的豊富にみられた。

図39は、その一部であるが、白くぬけてみえるのが注入された樹脂で、中央部および上方の、内皮細胞で囲まれた太い洞(C)が皮質洞、すなわち、鑄型標本で太い樹枝状にみえた部である。また、それらの間のやや小さい球状、あるいはそれらが連続したような空間部(D)が、鑄型標本での数珠状構造に相当する部で、図40は、この一部を拡大したもの

であるが、一部では内皮様の細網細胞に接してはいるものの、完全にそれで囲まれたようなところは見当らず、特に球状にふくらんだ場所では、リンパ球など円形細胞と直接、接しているところが多く、細くくびれた場所では、細網細胞や、それに伴う線維が目立つた。図40のBで示す空間部では、樹脂が、せまい線維部分を通過して、抵抗の少ないところで球状にふくらんでゆく様子がよく表われている。

##### b. 1次小節

この部は、皮質外表面に近い、細胞が均等に、密につまった部で、樹脂もあまり入っていないが、ごく小さい空間が、とぎれとぎれに、細胞間にはさまれるように不規則に観察された。

##### c. 2次小節

皮質の辺縁部にみられる多数の2次小節の明中心は、程度の差こそあれ、樹脂の流入により、一部またはそのほとんどが、樹脂によって置換されており、その周囲の暗殻は大部分そのまま保たれていたが、その一部、梁柱洞に近い部分で、樹脂が暗殻を貫いて、周囲の皮質部と連絡されていた(図41, 42)。

図43は、図42の明中心部の拡大であるが、樹脂と樹脂の間に残った組織は、線維成分と細網細胞がその主なものであった。

#### 5. 樹脂注入切断標本の観察

樹脂注入後、リンパ節をグルタル固定、カミソリで切断し、Mercox樹脂の注入部と周囲組織との関係を観察した。

なお、樹脂を注入した透過電顕標本では、細胞の変性が著明であったが、走査電顕でみると、内皮や線維などは観察可能であった。

図44は、辺縁洞の一部だが、樹脂は図28Bの辺縁洞の空隙をやや押し広げながらも、充満し、このようにリンパ組織中にあるリンパ流路の空間をかなり忠実に充填していることが証明された。図44の矢印は、辺縁洞の細網細胞の突起で、洞の鑄型の切れ込みがこのようにして生じることが明らかとなった。

また、図45は、皮質部の数珠状鑄型の部であるが、鑄型のまわりに膜構造はみられず、鑄型のくびれや切れ込みの部には、線維成分がくい込んでおり、これらが鑄型構造が出来上る上での大きな要素となっていることを示唆していた。

#### IV 考 案

リンパ節内リンパ鑄型作成の本研究の意図は、リンパ節内における、リンパ流路を3次元的に再現す

ること、それにより従来の研究では不明なリンパ節構造のしくみを、より正確に読みとろうとしたものである。

なお、本実験では、輸入リンパ管より、Mercox樹脂を注入して、リンパ節の鑄型を作成したが、リンパ節辺縁洞の生食洗浄後の割断像(図28)と、Mercox注入後の割断像(図44)を対比すると、注入時の圧により、やや膨大する傾向はあるものの、ほぼ忠実にリンパの走行する場所を充填し、鑄型を作成するものと考えられた。

(リンパ基質におけるリンパ流路)

辺縁洞および髓洞に関しては、教科書や諸家の報告においても、その構造や表現のしかたはほぼ一致しているが、皮質部のリンパ流路に関しては、種々の表現や説明のしかたをしており結論的な見解には至っていない。

本実験においても、樹脂をリンパ節内に充満させた場合に出現する“数珠状鑄型”は、本来そこに存在する“洞”なのか、あるいはリンパ基質内に“もれ”て出来た鑄型なのか判断が難しい。

この点は、教科書においてもその表現はさまざま、Fawcett<sup>13)</sup>は皮質部リンパ洞は、梁柱にそって流れる intermediate sinuses であるとし、わが国の教科書でも、これに類似した表現がなされている。一方、日本血液学全書では小野<sup>14)</sup>が、辺縁洞を経て髓洞に至る主流路の外に、辺縁洞の傍流として個々の皮質小体を、その中間に於て不完全に分割するが如く走る狭隘な流れ筋があり、この流れは更に網状配列をなす髄索組織周辺を洗いつつ髓洞に合流し、これを中間洞 Sinus intermediaris と称している。

この“主流路”と“傍流”があることは、本実験でも明らかとなったが、はたして2者はどういう関係にあるのだろうか。

Clark<sup>15)</sup>は辺縁洞内側壁の小孔を通じて、リンパ節全体が1つの連続した vascular space となっていて、そこにつまっている細胞の流れが早いところが“洞”で、流れが停滞しているところは、“洞以外の部”と表現した。

Fujita<sup>16)</sup>は、辺縁洞も含めて、リンパ洞は、1枚の連続した内皮でおおわれていて、明瞭な fenestration はないとしながらも、針をついたような小孔が時にみられたとし、これに反して入野<sup>17)</sup>は、被膜下リンパ洞とリンパ細胞の間には膜様構造はなく、細網細胞の網目構造が連続性に移行していたと報告している。

本実験では、辺縁洞皮質側には膜構造が認められたが、5 $\mu$ 程度の小孔が比較的随所にみられ、鑄型標本でも、この小孔を通じて形成されたと思われる鑄型構造が、辺縁洞とリンパ基質とに連続してみられた。これらの通路は、はたして洞と呼べるものであろうか。

Dorland's Medical Dictionary によると、lymph sinus とは、“The tortuous channel-like spaces in the lymph nodes through which the lymph circulates.”としており、その意味からすると、鑄型皮質部の数珠状鑄型は channel-like であり、しかも一定の方向性をもつので、“洞”と表現して差しかえないように思えた。しかし、辺縁洞直下の1次小節の部の珊瑚状鑄型は“もれ”の印象の方が強い。

リンパの流れに関して Nordmann<sup>18)</sup>は、辺縁洞から髓質に至る道に2つあり、1つは、辺縁洞のみを通して、つまりリンパ節の周囲を通して髓洞に流れ込むものと、他の1つは、梁柱にそった皮質中の太い洞を通るものがあるが、第3の道として、辺縁洞から直接、皮質部のわずかのすき間に入り込む(これを彼は逆流という言葉を使っている)道があり、これは Stauung の結果として生ずるが、軽視することは出来ないとして説明している。

本実験においても、圧をかけないで自然の流れのまま注入した鑄型標本では、皮質部には太い樹枝状の皮質洞(本論文では、皮質中を走る内皮で囲まれた太いリンパ洞を呼ぶ)しか再現できないが、圧をかけ、樹脂を充満させて作成した鑄型では、皮質洞が見えなくなるくらい無数の数珠状鑄型でリンパ基質が満され、2次小節の部では、淡明中心に大きな鑄型の塊りが形成された。このことから、圧をかけた場合に出現する鑄型の占める部位は、逆流という表現の適、不適は別として、リンパがうっ滞した際に、必ずリンパで満たされる部位であることは間違いない。

リンパ節基質部や髄索部は、細網細胞の網目でその骨組みがなされており、この細網細胞は必ず膠原線維などの線維成分を伴っており、この点 Han<sup>19)</sup>、稲毛<sup>20)</sup>の見解と一致するものである。樹脂を注入した割断組織標本の辺縁洞およびリンパ基質で観察されたように、細網細胞に伴われた線維は鑄型にくい込んでも断裂されておらず、かなり強固なものと思われる。従って、瀰漫性リンパ基質部においても、網目の中を流れる樹脂は、その網目構造を破壊することなく、次第に各空間を満してゆき、数珠状の構

造を作りあげてゆくものと思われた。しかも、これらは髄質部へ向う方向性をもっていることから、この網目は、全体として何らかの解剖学的特徴、例えば要所要所に弁状構造をもつなど、をもっているということが強く疑われた。

ところで、この網目構造が瀰漫性リンパ基質に一樣にあるものならば、樹脂はそのすべての空間を満たしてもよさそうだが実際には、比較的間隔(50 $\mu$ )をおいて、数珠状鑄型が形成されている。これは特にその空間が大きくて抵抗が弱い通路となっているのか、あるいは、樹脂が入ってゆく時、空隙部をかなり拡張するので、一部に樹脂が入ると他の空間は組織や遊離細胞で圧排され閉塞してしまうのかどちらかであろう。

以上のことから、鑄型標本の“数珠状鑄型”は瀰漫性基質の中を流れる、内皮で囲まれた皮質洞以外の部の、細網細胞の網目の中を一定の方向に流れる重要なリンパ流路の鑄型で、真の意味での中間洞と呼ばれるべきものであると思われた。

#### (リンパ洞)

Aschoff<sup>21)</sup>は、リンパ節内の洞内皮および洞を横切る細網細胞は、それ自体異物の取り込み能があることから、肝、脾、骨髄の洞内皮とともに reticulo-endotheliale System の範ちゅうに入れ、リンパ管内皮と区別した。

Mori & Lennert<sup>22)</sup>は、洞内皮細胞と、突起を出して洞内に架橋している細網細胞とは形態学的にも機能的にも同一の細胞であるとして、両者を reticelial cell と呼び、リンパ基質で網目を作る細網細胞とは、はっきり区別すべきであるとし、多くの賛同者を得た(Han<sup>19)</sup>, Clark<sup>15)</sup>, Fujita<sup>18)</sup>, 稻毛<sup>20)</sup>)。また、Moe<sup>23)</sup>, Sorenson<sup>24)</sup>は、これら3者はいずれも similar cell で、その場所の機能によって形態が異なったのみであるとした。

洞とリンパ基質との境の膜は、洞内面から、1. 細網内皮細胞、2. 膠原線維、3. 基質の網目を構成する細網細胞、の3層構造をなし、Moe<sup>23)</sup>, Clark<sup>15)</sup>の観察と一致する。Clarkは、辺縁洞内側壁のみに小孔がみられ、その部分では、洞内皮と基質側の細網細胞とが、孔の端で連続していたが、他の洞にはこの小孔はみられなかったと報告している。しかし、Moe<sup>23)</sup>は、すべての基質と接する洞内皮に、時として0.1 $\mu$ —1.0 $\mu$ の裂け目が、細網細胞間にみられ、リンパ基質との種々の物質(時には細胞も)の交流を認めたとし、その際、小孔の端での内と外

の細網細胞の連続はみられず、中にはさまれた線維成分(彼はこれを perisinusoidal space と呼んだ)が露出していると説明した。本研究では、主として皮質洞を観察したが、ここでは、大きな孔(約5 $\mu$ )では、洞内皮細胞と基質の細網細胞が、孔の端で互いに折れらがって連続していたが、2 $\mu$ ぐらいの小孔では、この連続はみられず、線維が孔の端に露出していた。なお、この小孔は、細胞がこれを通過する時にしか観察されなかったもので、普段はとじていても何かの機転が働いた時のみ開口するのではないかと思われた。

しかし、切断標本においてもみられるごとく、洞内皮のリンパ基質への開口は、皮質洞よりも、辺縁洞、髄洞に多くみられ、基質内へのリンパの流入は、大部分、これらの洞の小孔を通じて行なわれるものと推測された。

皮質洞と、これが髄質部へ移行した直後の髄洞には、突起によって洞内皮と連結して洞内を横切る細網細胞が全くみられず、他の洞とは際だった対照をみせていたが、Heuderfer<sup>25)</sup>もこれを Offenen Bahnen として記載し、もともと胎生期にはすべて Lakunae として開いていたものが、発達の段階で洞に架橋する細網細胞がみられるようになり、Sinus cavernosus の形態を示す洞が作られたと説明している。すなわち、その部位の機能的役割から形態変化をとげたものと思われ興味深い。

#### (2次小節)

2次小節の運命について、Ehrich<sup>26)</sup>は、1次小節から Flemming の2次小節の形態となり、さらに3次小節(the pseudosecondary nodules Ehrich<sup>27)</sup>)を経て lymphoid tissue にもどると仮定したが、Nakagawa<sup>28)</sup>は、2次小節内部における血管網発達の盛衰状況に注目し、その観点より小節の変化相を小節原基の他、12型に分類し、その各々と血管の病変とを対比している。小野<sup>14)</sup>も、淡明中心部に於ける限局性動脈末梢性血管網発達を重視し、当然ここに旺盛なる濾出機転の生ずべきであるとして、この中心部をリンパ灌注中心と呼んだ。また、彼は、場合によって近接する辺縁洞から強い逆流性リンパ滲透を受け、中心の反応性病相に改変が起ることがあるとして、辺縁洞より2次小節中心部へ向う通路を図示している。また、Nordmann<sup>18)</sup>は、うっ滞したリンパ節では、すべての洞が著しく発達し、2次小節の中心部は溶解を起したとし、その図を示しているが、それによると、淡明中心は線維の網目を残し



て殆んどが空白となっており、辺縁洞に近い部分の組織が他に比して疎となっていて、この部のリンパ通路を暗示している。

免疫学的研究において、Miller<sup>29)</sup>、Nossal<sup>30)</sup>は、螢光抗体法、autoradiographyを用いて、注入された抗原は、まず辺縁洞および辺縁洞に隣接する2次小節の暗殻の中の細胞にとり込まれ、ついで中心部へ移行することを証明し、Nossal<sup>31)</sup>はまた、胚中心の中の抗原は少なくとも3週間はその部にとどまっているとした。

Davidsonら<sup>9)</sup>は、リンパ管よりMicrofillを注入して作成したウサギ膝窩部のリンパ節鑄型を光学的に観察し、やや不明瞭ながらも本実験とよく似た結果を出しているが、その中で、2次小節の中心部に進入してできた鑄型は、早急に作られた、盲端に終るリンパ管鑄型であると解釈し、この部はリンパに含まれる抗原を貯蔵および混合させる場所であると説明している。

また、2次小節の外殻構造に関して、Nopajaroonsri<sup>32)</sup>は、彼はリンパ基質部をZone 2、germinal centerをZone 3と分類しているが、このZone 2とZone 3との境、すなわち2次小節の淡明部と暗殻との境は、基底膜様の組織、すなわち、膠原線維と延長した線維芽細胞によってはっきりと分けられており、2次小節がリンパを入れる容器としてかなり強固なものであることを示唆している。

以上のことより、2次小節はその構造上、リンパを容れる、せまい入り口をもった、“chamber”としての役割を十分果しうるものと思われ、その際、中心の淡明部はその内腔となり、その入り口は辺縁洞から梁柱洞へ移行するあたりの部位と考えられた。なおこの部は、輸入リンパ管の最終枝が辺縁洞に流入する部位に書も近く、何らかの相関関係があるものと推測された。

## V 結 語

ウサギ腸間膜リンパ節に流入するリンパ管よりMercocx樹脂を注入し、リンパ節鑄型を作成、走査型電子顕微鏡で観察した。あわせて、リンパ管より生理食塩水にて洗浄したリンパ節の割断標本、透過型電子顕微鏡標本を、また、樹脂を注入したリンパ節の光頭像、走査型電子顕微鏡像を観察し、節内のリンパ流路につき、多方面から検討を加えた。

1) 輸入リンパ管は、径300—400 $\mu$ で、ほぼ0.5

—1.0mm毎に弁の鑄型がみられ、リンパ節に流入する2mmくらいで数本のリンパ管に枝分れし、さらに辺縁洞へ流入する直前で径50 $\mu$ くらの最終枝となり、梁柱に近い部の辺縁洞より流入していた。輸入リンパ管における最後の弁は最終枝に分れる直前にみられた。

2) 辺縁洞は表面からみるとドーム様に分節されながらリンパ節表面全域にみられた。

3) 皮質部では辺縁洞、梁柱洞より移行した太い皮質洞が走り、髓洞へ連絡されていた。この間に、1次小節、2次小節、瀰漫性リンパ基質の部に相当する鑄型がそれぞれ観察された。

4) 1次小節の部では、辺縁洞直下に、これに直接連続した、径5 $\mu$ ほどの珊瑚様鑄型がみられ、密な細胞間に流入して形成されたものと思われた。

5) 2次小節の部では、径400 $\mu$ の球形の空間の中央部に鑄型の塊がみられたが、これは淡明部に樹脂が流入してできたもので、この鑄型は、辺縁洞と梁柱洞の移行部の皮質へ連結されていた。

6) 瀰漫性リンパ基質の部では、径40—50 $\mu$ の無数の数珠状鑄型が辺縁洞より直角に起り、髓質へ向って放射状につらなってみられ、細網細胞の網目を流れる重要なリンパ流路を再現していた。

7) 髓質部辺縁部、すなわち皮質との境界部では、径100—150 $\mu$ の髓洞鑄型が間隔をおいてみられ、それらの間には径5 $\mu$ の微細な髓索部の鑄型が多数観察された。

8) 髓質中央部より節門部にかけては、径50—60 $\mu$ の比較的小さい髓洞鑄型が密にみられ、表面には、細網細胞の突起による、切れ込みが多くみられた。

9) 節門部からは1本の主輸出管が節に垂直に出ており、それに節門部周囲の髓洞より出た数本の副輸出管が、リンパ節外で合流し、径600—800 $\mu$ の丸みをおびた輸出リンパ管になっていた。

10) 割断、その他の組織標本による観察でも、リンパ節内の空間は鑄型の形態によく一致していた。

## 謝 辞

稿を終るにのぞみ、御懇篤なる御指導、御校閲を賜った田中早苗教授に感謝を捧げるとともに、本研究を直接御指導下さった緒方卓郎講師に深謝致します。また電顕撮影に御協力いただいた中村、林、才原技官、倉敷レイオン研究所窪津彰研究員に感謝致します。本研究に御協力いただいた難波、尾崎、白谷の諸嬢に感謝致します。

本論文の要旨は、第32回日本電子顕微鏡学会、第5回走査電顕シルポジウムにて発表した。

### 文 献

- 1) Drinker, C.K., Wislocki, G.B. and Field, M.E. : The structure of the sinuses in the lymph nodes, *Anat. Rec.*, **56** : 261-273, 1933
- 2) Narat, J.k., Loef, J.A. and Narat, M.: On the preparation of multicolored corrosion specimens, *Anat. Rec.*, **64** : 155-160, 1936.
- 3) Puckett, W.O. and Neumann, C.P.: Vinylite resin in preparation of corrossions of anatomical specimens, *Anat. Rec.*, **78** : 105-111, 1940.
- 4) More, R.H. and Duff, G.L. : The renal arterial vasculature in man, *Am. J. Anat.*, **27** : 95-117, 1951.
- 5) 長田淳一郎：解剖学的研究領域における合成樹脂の応用，*総合医学*，**7** : 330-331, 1950.
- 6) 新田義昌：淋巴節血管系の合成樹脂鑄型法による立体的研究—家兎淋巴節の血管系について—，*岐阜医科大学紀要*，**2** : 433-448, 1955.
- 7) Murakami, T. : Application of the Scanning Electron Microscope to the Study of the Fine Distribution of the Blood Vessels, *Arch. histol. jap.*, **32** : 445-454, 1971.
- 8) 入野昭三，小野哲也，平木潔，村上宅郎：鑄型走査電顕法によるリンパ管およびリンパ節の研究，*血液と脈管*，**5** : 7-10, 1974.
- 9) Davison, J.W. and Hobbs, B.B. : The Lymphatic Microcirculatory Spaces in Lymph Nodes During an Immune Response, *Investigative Radiology*, **9** : 82-86, 1974.
- 10) Kobayashi, S. Osatake, H. and Kashima, Y. : Corrosion Cast of Lymphatics, *Arch. histol. Jap.*, **39** : 177-181, 1976.
- 11) Tokunaga, J., Edanaga, M., Fujita, T. and Adachi, K. : Freeze Cracking of Scanning Electron Microscope Specimens. A Study of the Kidney and Spleen, *Arch. histol. jap.*, **37** : 165-182, 1974.
- 12) Anderson, T. F. : Techniques for preservation of 3 - dimensional structure in preparing specimens for electron microscope, *Ann. New York Acad. Sc.*, **13** : 130-134, 1951.
- 13) Bloom, and Fawcett, : Lymph nodes, *A Textbook of Histology*, 10 th Edition, Philadelphia, London, Toronto, 1975.
- 14) 小野興作：淋巴節の構造，*日本血液学全書 I*：丸善，東京，**823-839**, 1963.
- 15) Clark, S.L., Jr. : The Reticulum of Lymph Node in Mice Studied with the Electron Microscope, *Am. J. Anat.*, **110** : 217-257, 1962 .
- 16) Fujita, T., Miyoshi, M. and Murakami, T. : Scanning Electron Microscope Observation of the Dog Mesenteric Lymph Node, *Z. Zellforsch.*, **133** : 147-162, 1972.
- 17) 入野昭三，小野哲也，平木潔，村上宅郎：走査型電子顕微鏡によるリンパ節の立体構築に関する研究，*血液と脈管*，**5** : 9-12, 1974.
- 18) Nordmann, M. : Studien an Lymphknoten bei akuten und chronischen Allgemeininfektionen, *Virchows Arch. Path. Anat.*, **267** : 158-203, 1928.
- 19) Han, S.S. : The Ultrastructure of the Mesenteric Lymph Node of the Rat, *Am. J. Anat.*, **109** : 183-225, 1961.
- 20) 稲毛稔彦：リンパ洞を構成する細胞の光学顕微鏡的研究，*解剖学雑誌*，**48** : 266-275, 1973.

- 21) Aschoff, L. : Das reticuloendotheliale System, *Ergeb. inn. Med. u. Kinderheilk.*, **26** : 1—118, 1924.
- 22) Mori, Y. and Lennert, K. : *Electron Microscopic Atlas of Lymph Node Cytology and Pathology* Springer-Verlag Berlin. Heidelberg. New York, 1969.
- 23) Moe, R.E. : Fine Structure of the Reticulum and Sinuses of Lymph Nodes, *Am. J. Anat.*, **112** : 311—335, 1963.
- 24) Sorenson, G.D. : An Electron Microscopic Study of Popliteal Lymph Nodes from Rabbit, *Am. J. Anat.*, **107** : 73—96, 1960.
- 25) Heudorfer, K. : Über den Bau der Lymphdrüsen, *Zeitschrift Fur Die Gesamt Anatomie*, **61** : 365—401, 1921.
- 26) Ehrlich, W.E. : The Role of the Lymphocyte in the Circulation of the Lymph, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **66** : 823—858, 1946.
- 27) Ehrlich, W. : Studies of Lymphatic Tissue, 1. The Anatomy of the Secondary Nodules and some Remarks on the Lymphatic and Lymphoid Tissue, *Am. J. Anat.*, **43** : 347—383, 1929.
- 28) Nakagawa, T. : Histologische Einteilung der Lymphknötchenformen und deren Wechselbeziehungen, *Jap. J. Med. Sci. V. Patology*, **3** : 119—149, 1937.
- 29) Miller, J.J., 111, and Nossal, G.J.V. : Antigens in Immunity: VI. The Phagocytic Reticulum of Lymph Node Follicles, *J. Exp. Med.*, **120** : 1075—1086, 1964.
- 30) Nossal, G.J.V. : Antigens in Immunity: VIII. Location of 125 I-labeled Antigens in the Secondary Response, *Immunology*, **9** : 349—357, 1965.
- 31) Nossal, G.J.V., Abbot, A., Mitchell, J. and Lummus, Z. : Antigens in Immunity: XV. Ultrastructural Features of Antigen Capture in Primary and Secondary Lymphoid Follicles, *J. Exp. Med.*, **127** : 277—290, 1968.
- 32) Nopajaroonsri, C.N., Luk, S.C. and Simon, G.T. : Ultrastructure of the Normal Lymph Node, *Am. J. Path.*, **65** : 1—24, 1971.

#### 附 図 説 明

図1—図27. ウサギ腸間膜リンパ節鑄型の走査電顕像。

図1. 輸入リンパ管. 弁の鑄型が明瞭に観察される.  $\times 120$

図2. リンパ節外側表面. 表面に観察されるのは辺縁洞鑄型の外側面で、深い切れ込みによってドーム様に分節されている。輸入リンパ管(A)は、数回枝分れしたのち、各ドーム間の切れ込みの近くから辺縁洞に流入する。  $\times 40$ .

図3. 輸入リンパ管は最終的に約 $50\mu$ の細管となって辺縁洞に流入するが、その最終枝(a)が分枝する直前で、輸入リンパ管における最後の弁(矢印)がみられる。  $\times 120$ .

図4. リンパ節鑄型外側表面の中等度拡大. 表面は不規則な切れ込みによって、径 $40-80\mu$ の島状構造に細分節されている。  $\times 120$ .

図5. 辺縁洞鑄型の切断面. 約 $70\mu$ の厚さの辺縁洞(B)は、 $50-100\mu$ に毎、外表面から内面まで連続した切れ込みがみられる。正面にみえる縦長の裂け目(矢印)をもった構造は梁柱洞の鑄型である。  $\times 120$ .

図6. 梁柱洞鑄型内側面. 1枚の連続した壁のようにみられる。  $\times 120$ .

図7. リンパ節鑄型切断面. 右下 $1/3$ の鑄型構造の密な部(M)は髓質部で、その他の疎な部分が皮質部である。矢印で示す辺縁洞は、太矢印のごとく梁柱洞となって皮質内に深く入り込んで太い枝となり、やがて

髓洞へ連続している。Sで示す球形の空間は2次小節の部である。×40

- 図8. 皮質部鑄型断面。3種類の鑄型形態が観察される。S：2次小節部。P：1次小節部。D：瀰漫性リンパ基質部。×130。
- 図9. 瀰漫性リンパ基質部。数珠状の鑄型構造が辺縁洞（B）に対して直角に起り、中心部（髓質部）に向けて放射状に走行する。数珠状鑄型の中の太い枝（C）は皮質洞の鑄型である。×60。
- 図10. 辺縁洞が皮質に入り込んだその先端部から数珠状鑄型が直接発生している。Cは皮質洞を示す。×100。
- 図11. 数珠状鑄型の拡大。30—40 $\mu$ の球状部は茎状の鑄型（S）で連結されながら、枝分れ、吻合し合って連続している。×600。
- 図12. 数珠状鑄型部。皮質洞（C）との関連がうかがわれる。×240。
- 図13. 低圧注入時のリンパ節鑄型。皮質部では太い皮質洞のみがみられる。×40。
- 図14. 中等圧注入時のリンパ節鑄型。皮質洞の間に数珠状鑄型がみえはじめる。×40。
- 図15. 1次小節部。辺縁洞（B）より直接連続した、珊瑚状の微細な鑄型構造が観察される。矢印はその連結部。×600。
- 図16. 1次小節部珊瑚状鑄型の拡大。10 $\mu$ 径の球状圧痕（矢印）をもつ膜様構造が連続している。×2300。
- 図17. 2次小節部。球形の空間の中央に鑄型の塊がみられる。×130。
- 図18. 図17の下方の鑄型を除去した像で、中央構造物は皮質の数珠状鑄型と連続している。×130。
- 図19. 皮質部鑄型。辺縁洞に種々の形態の2次小節の鑄型がみられ、中央構造物と周囲との連結もみられる。×60。
- 図20. 2次小節部。中央構造物が大きく、空間の大部分を占める。その形態は数珠状鑄型に類似してくる。×120。
- 図21. 2次小節部。中央構造物をなす鑄型は、矢印部で皮質と連結される。×120。
- 図22. 髓質部鑄型。×120。
- 図23. 髓索部鑄型（F）は、約5 $\mu$ の連結部（矢印）で髓洞鑄型と連続している。×1000。
- 図24. 髓質辺縁部の鑄型。径100—150 $\mu$ の髓洞鑄型の間に、径5 $\mu$ の微細な鑄型（R）がみられる。×350。
- 図25. 髓質中央部の鑄型。径40—50 $\mu$ の髓洞鑄型が密にみられる。×350。
- 図26. 輸出リンパ管。×60。
- 図27. 節門部リンパ節鑄型。髓洞（M）より発生した副輸出管（SE）は、途中から主輸出管（ME）に合流する。×240。
- 図28—図33. リンパ管より洗浄したリンパ節割断標本の走査電顕像。
- 図28. リンパ節皮質部割断像。皮質洞（C）には、辺縁洞（B）にみられるような、洞に架橋する細網細胞はみられない。×350。
- 図29. 瀰漫性リンパ基質部。線維成分（矢印）は一定の方向性をもつ。×2400。
- 図30. 瀰漫性リンパ基質部の拡大。せまい線維で囲まれたトンネルをリンパ球が通過している。×6000。
- 図31. 髓質辺縁部の割断像。100 $\mu$ 前後の髓洞が管状にみられる。×350。
- 図32. 髓洞内皮には小孔（矢印）がみられ、リンパ球が自由に通過する。×2400。
- 図33. 髓質中央部の割断像。巾30—40 $\mu$ の梁状構造の髓索（T）が、直径40—50 $\mu$ の穴をあるていどとり囲むごとく網状構造を示す。その間を、細い細網細胞が内腔を橋渡ししている。×350。
- 図34—図38. リンパ節透過電顕像。
- 図34. 瀰漫性リンパ基質部。膠原線維（F）を伴った細網細胞が支持組織としての基本構造をなす。Nは変性し、胞体が融解した細網細胞の核を示す。×4200。
- 図35. 胞体の一部が大きな空間をとり囲んだ細網細胞。×7500。
- 図36. 瀰漫性リンパ基質部の皮質洞。径2.5 $\mu$ の小孔より、リンパ球が洞内に移行している。×4200。
- 図37. 図36の一部拡大像。小孔の端では、細網内皮細胞（R）と、基質の細網細胞とは連続されてなく、間にはさまれた線維成分は通過中のリンパ球に接している。×10000。
- 図38. 皮質洞の一部、径5 $\mu$ の小孔の端では内皮細胞と基質の細網細胞が互いに折れかえって連続している。

×7000.

図39—図43. 樹脂注入リンパ節の光顕像.

図39. 瀰漫性リンパ基質部. 白くぬけてみえる部が注入された樹脂であるが, 鑄型で観察された皮質洞部 (C) と数珠状構造部 (D) がみられる. ×420.

図40. 図39の一部拡大像. 樹脂がせまい線維間を通過して空間部 (B) を満すさまがみられる. ×1700.

図41. 樹脂が注入された2次小節部. 辺縁洞と梁柱洞の移行部付近から, 2次小節中心部への樹脂の流入が見られる. ×420.

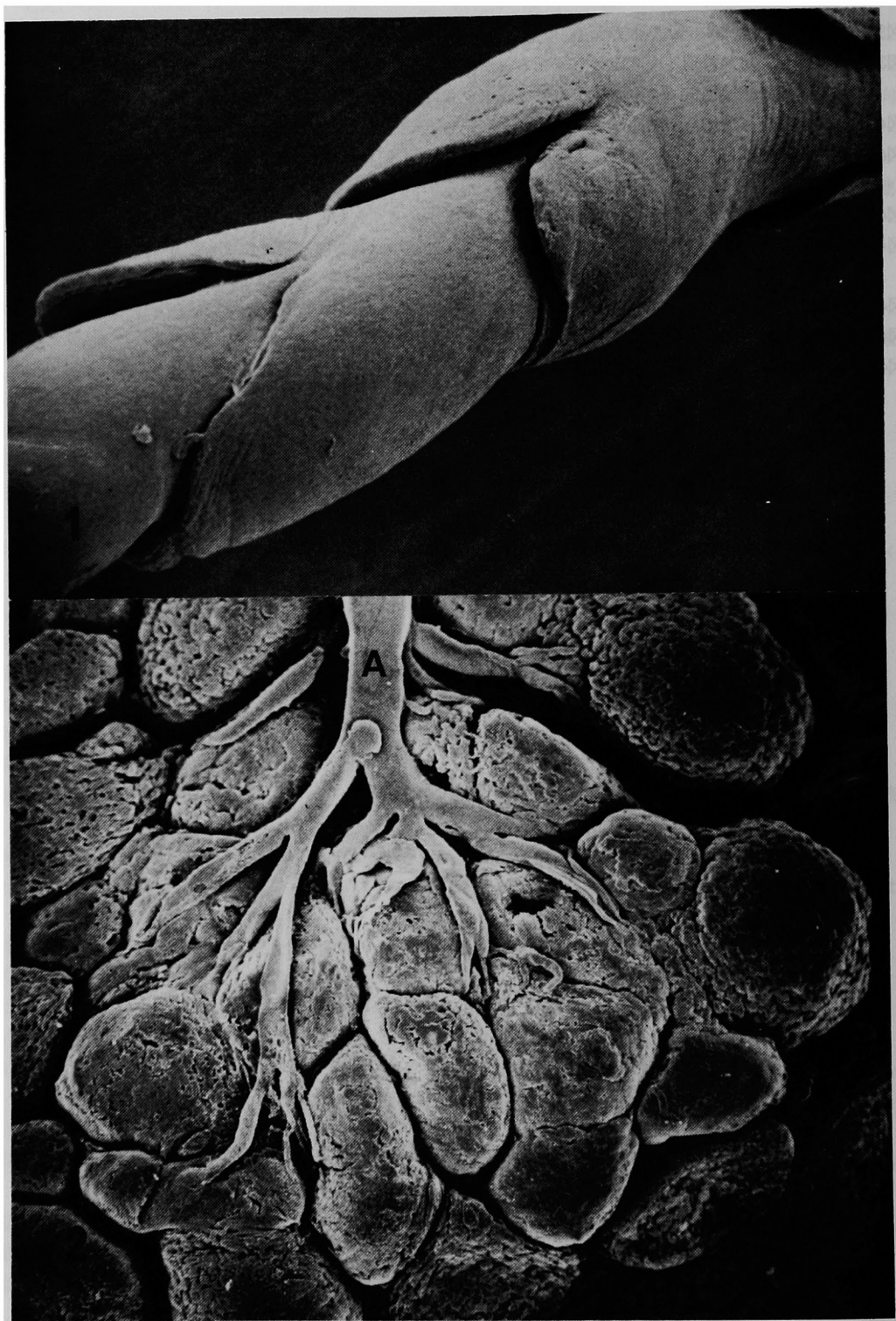
図42. 2次小節の中心部へ流入した樹脂が大きな部分を占める. ×170.

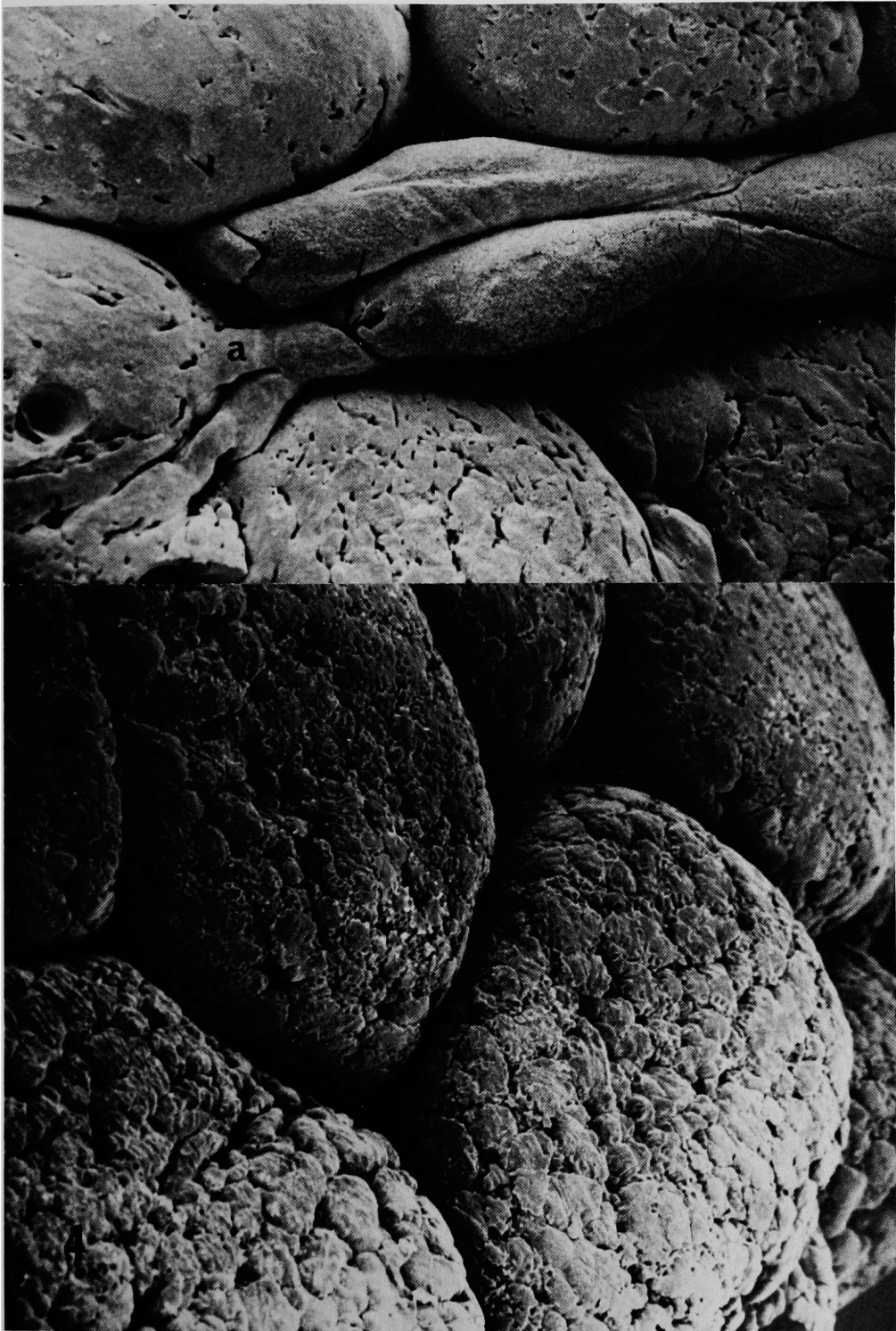
図43. 図42の2次小節中心部の拡大像. 樹脂の間に残った組織は, 線維成分と細網細胞が主なものである. ×1700.

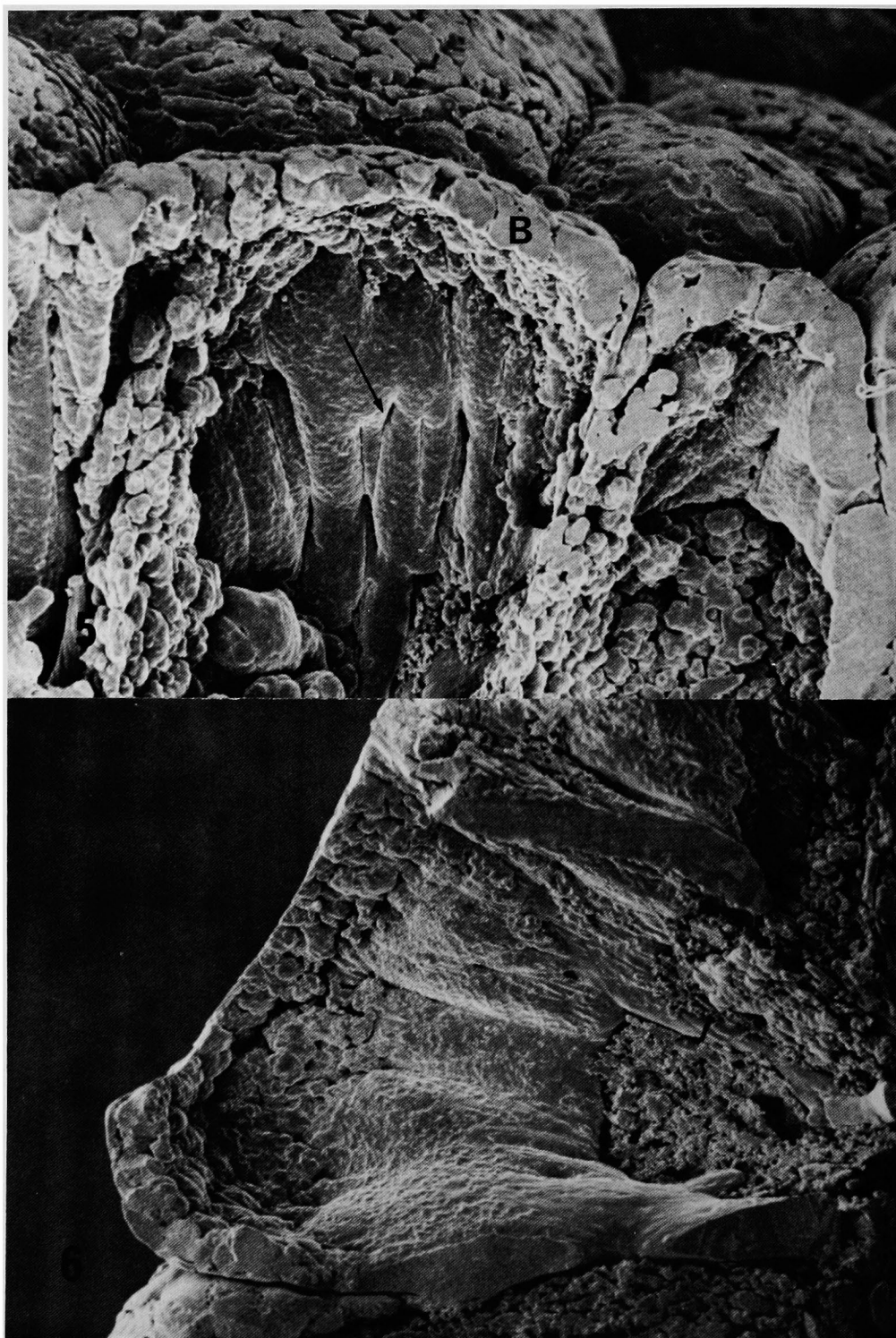
図44. 図45. 樹脂を注入したリンパ節切断標本の走査電顕像.

図44. 辺縁洞. 矢印は細網細胞の突起. ×1000.

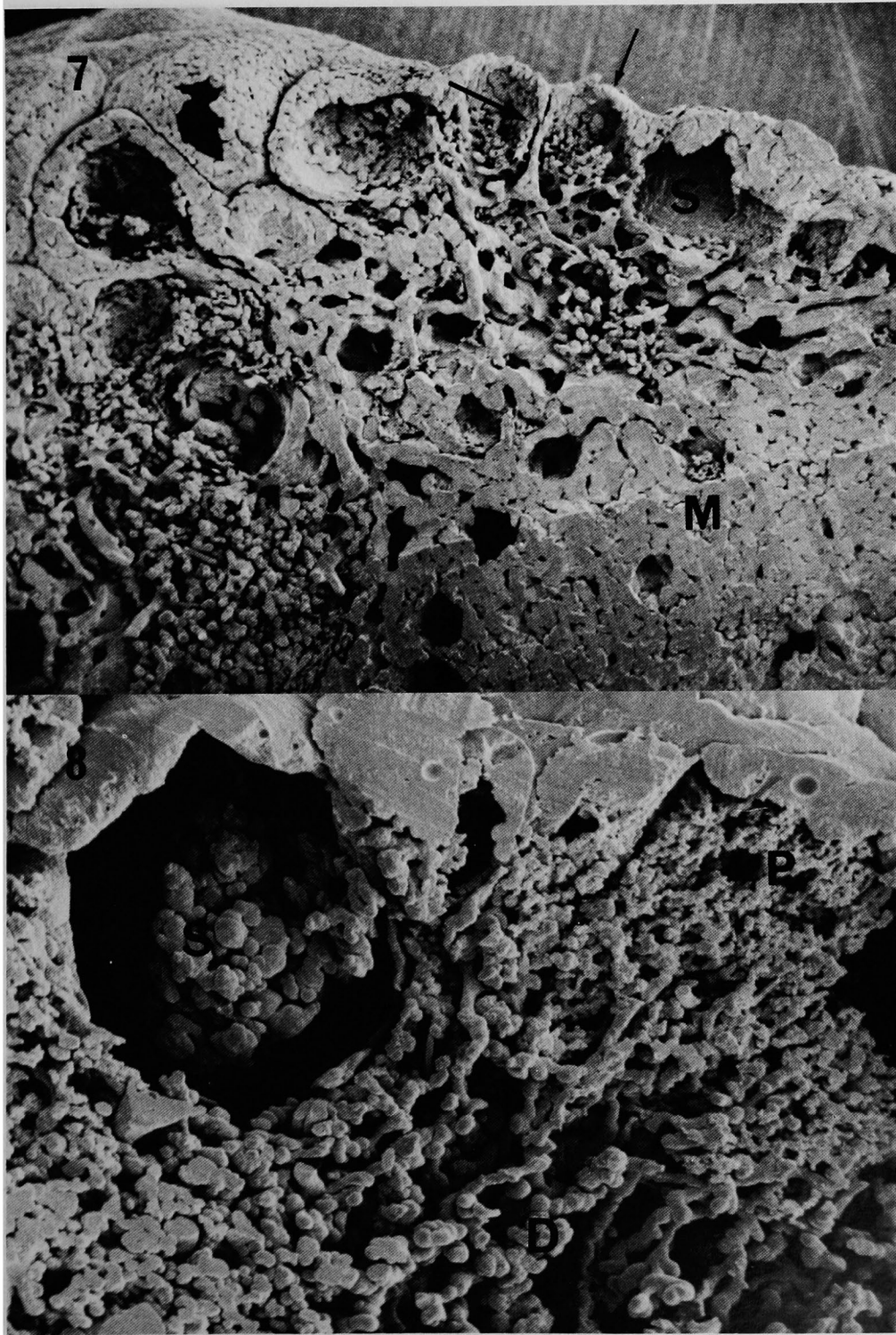
図45. 瀰漫性リンパ基質. 数珠状をなす鑄型 (R) のくびれた部分には, 線維がくい込んでみられた. ×600.

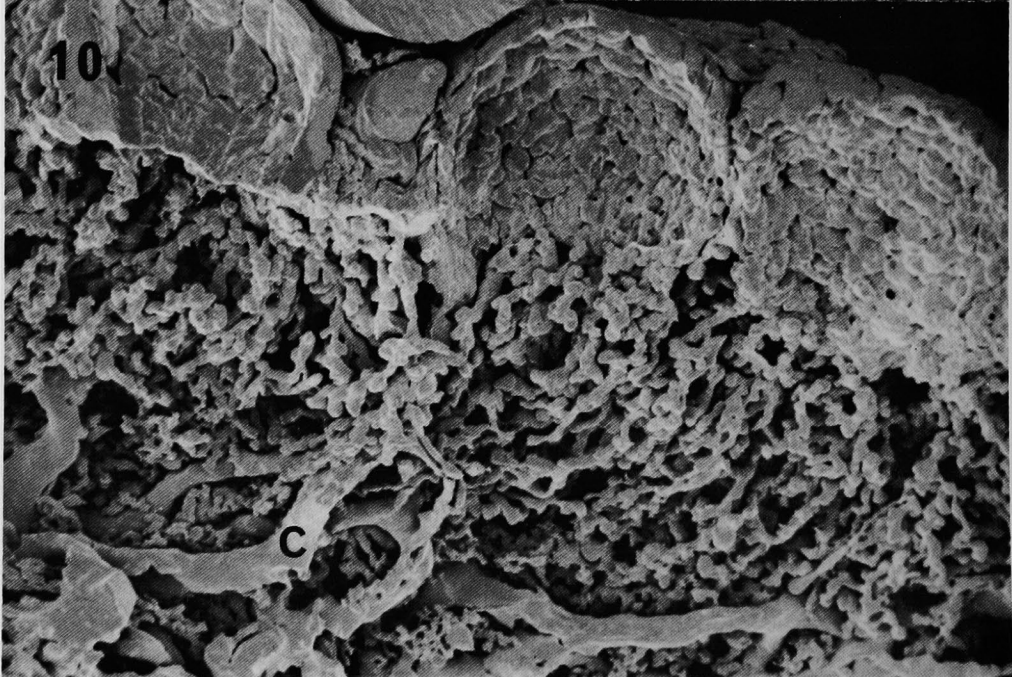
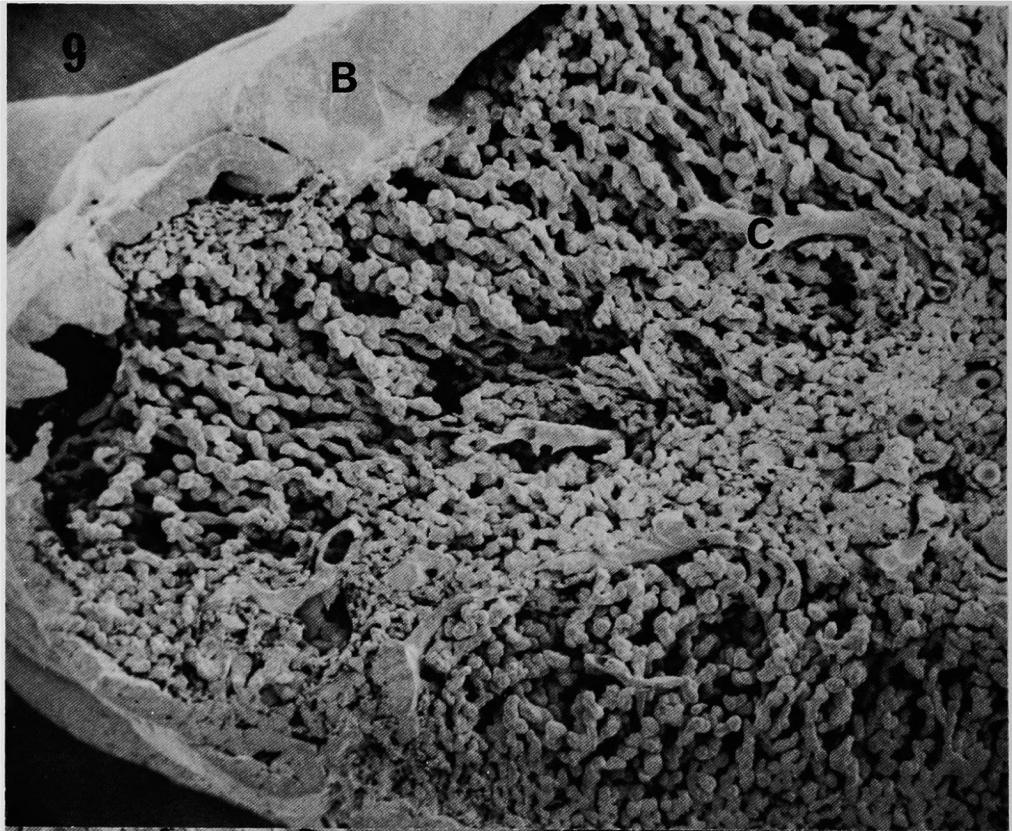


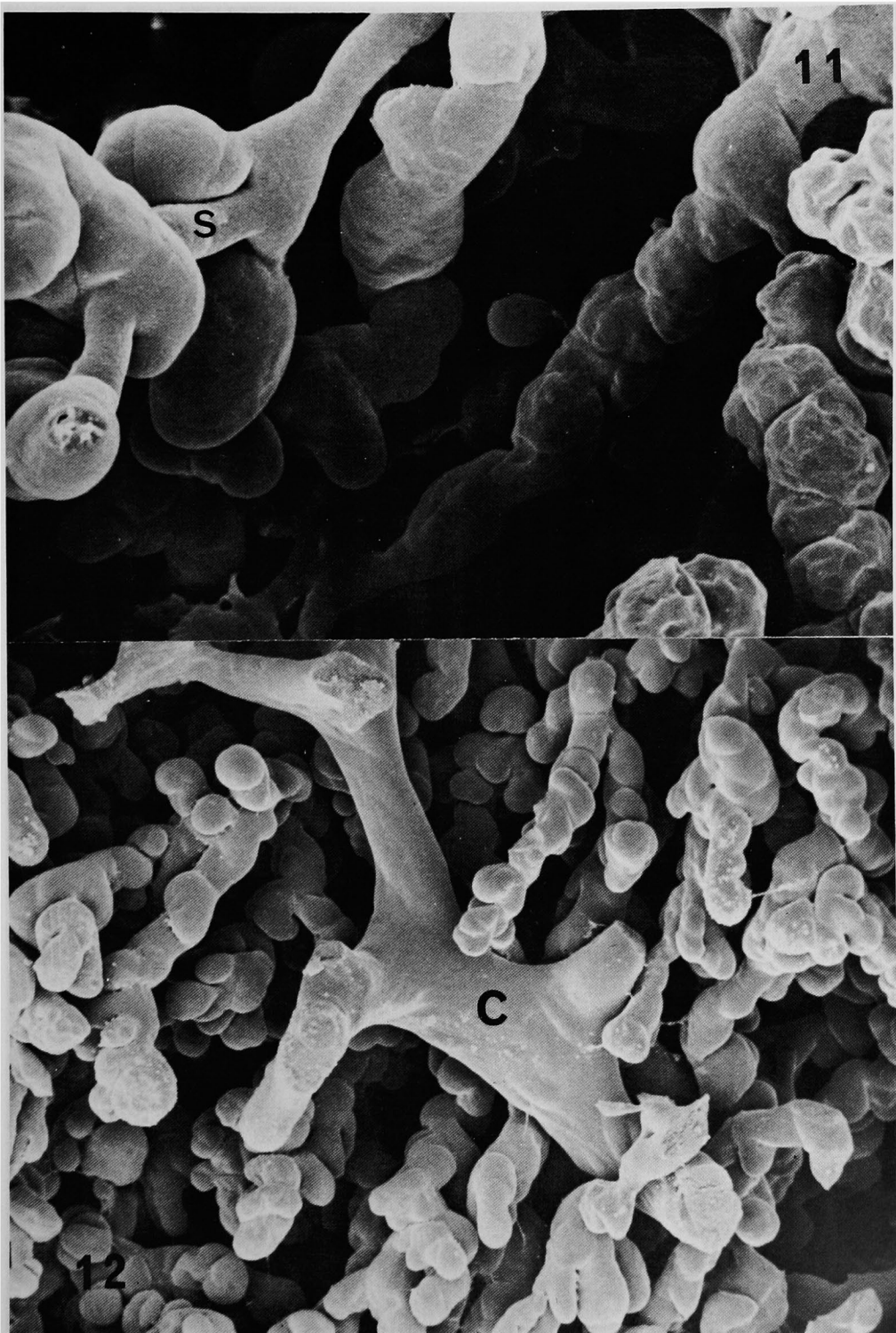


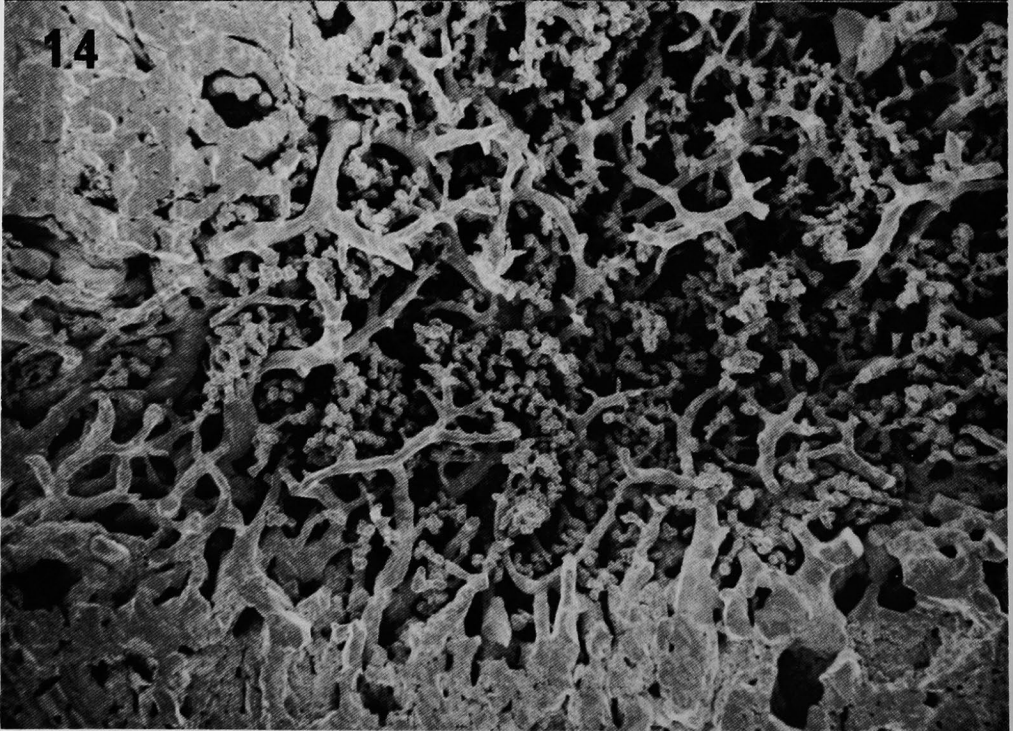
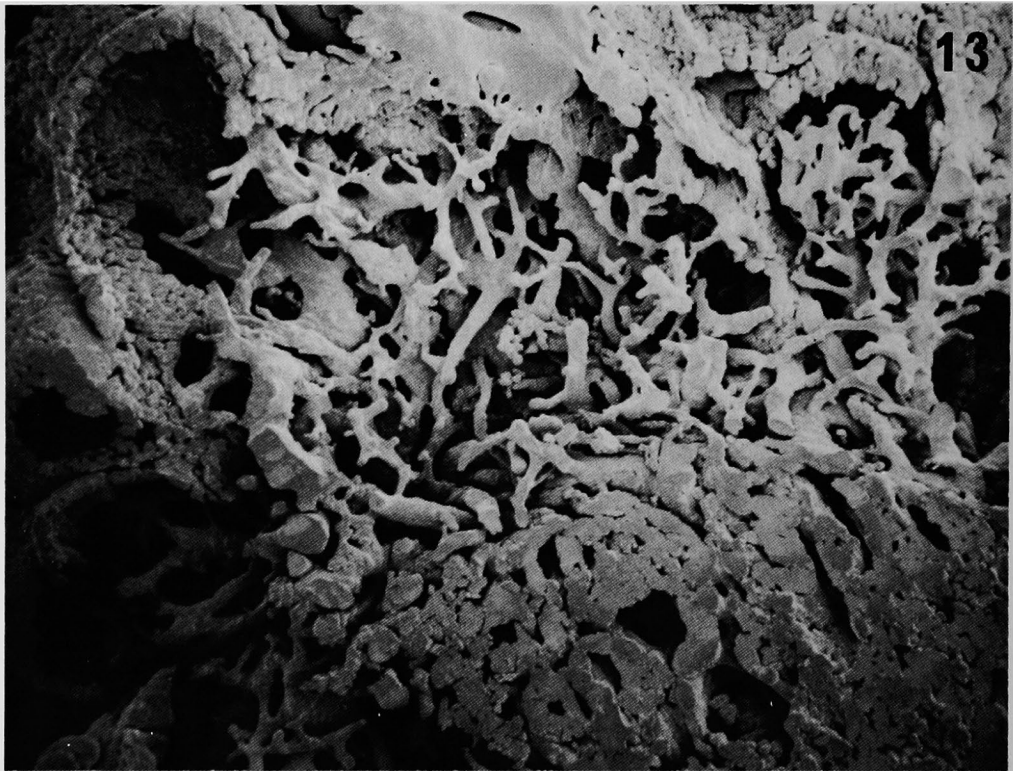


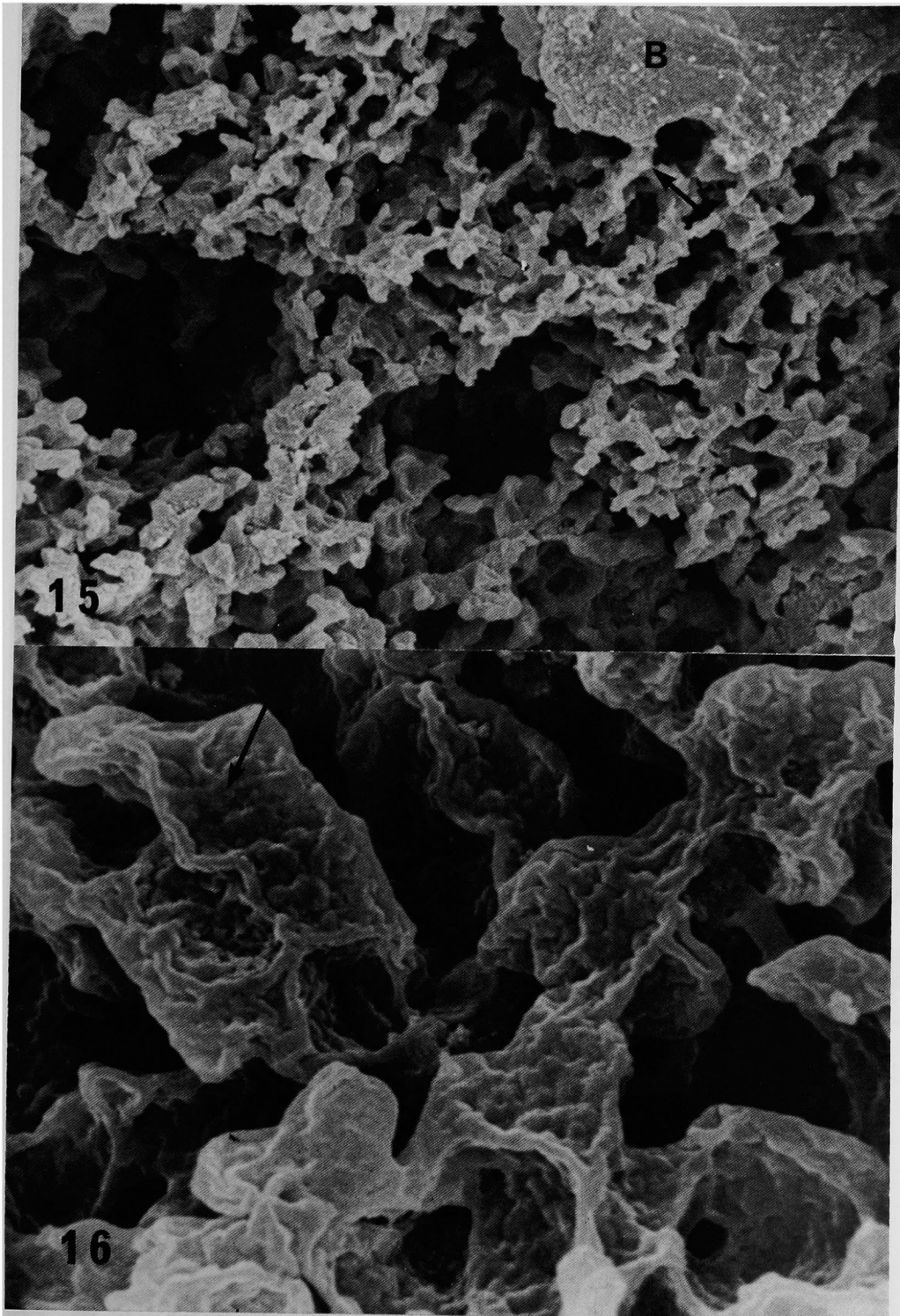


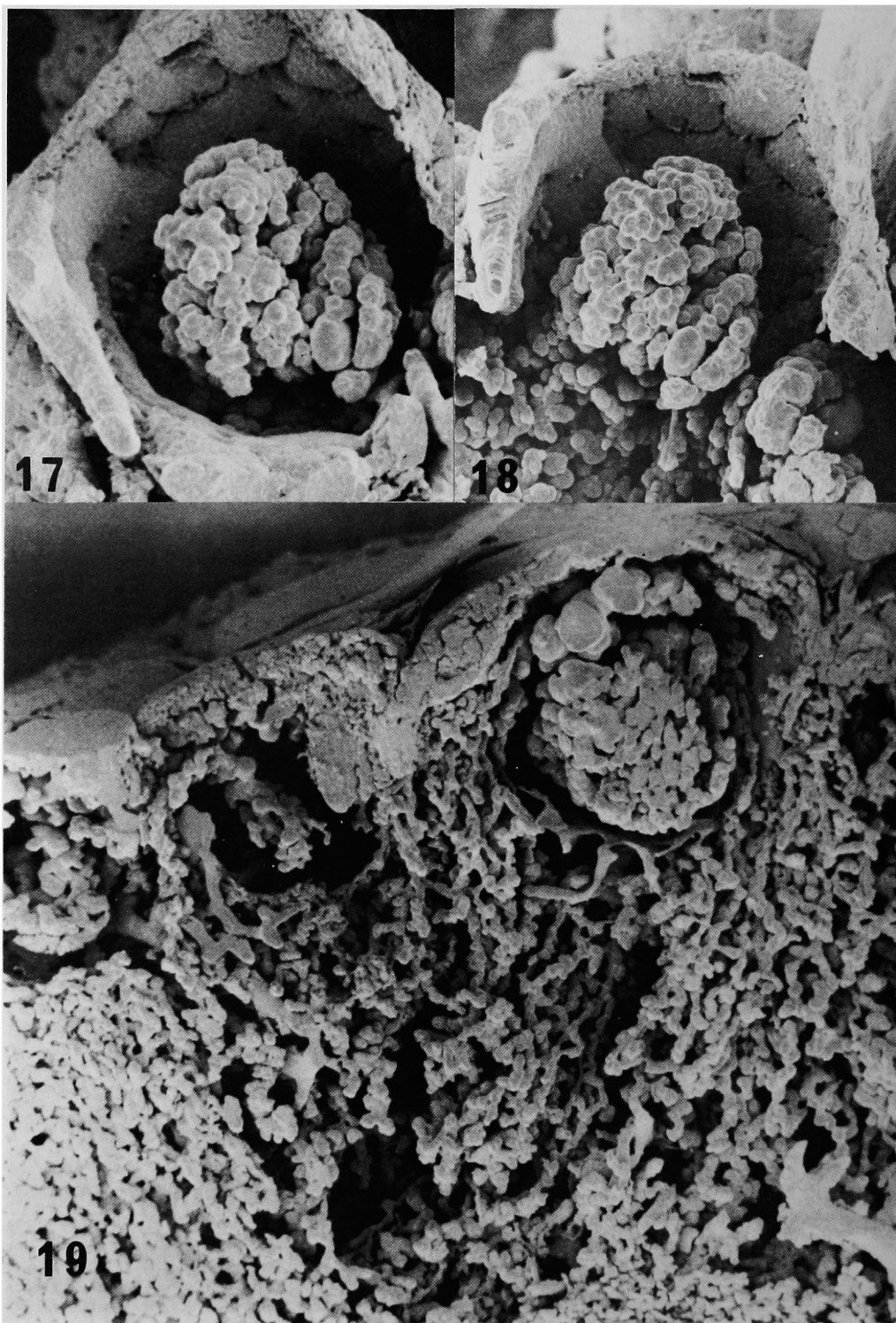


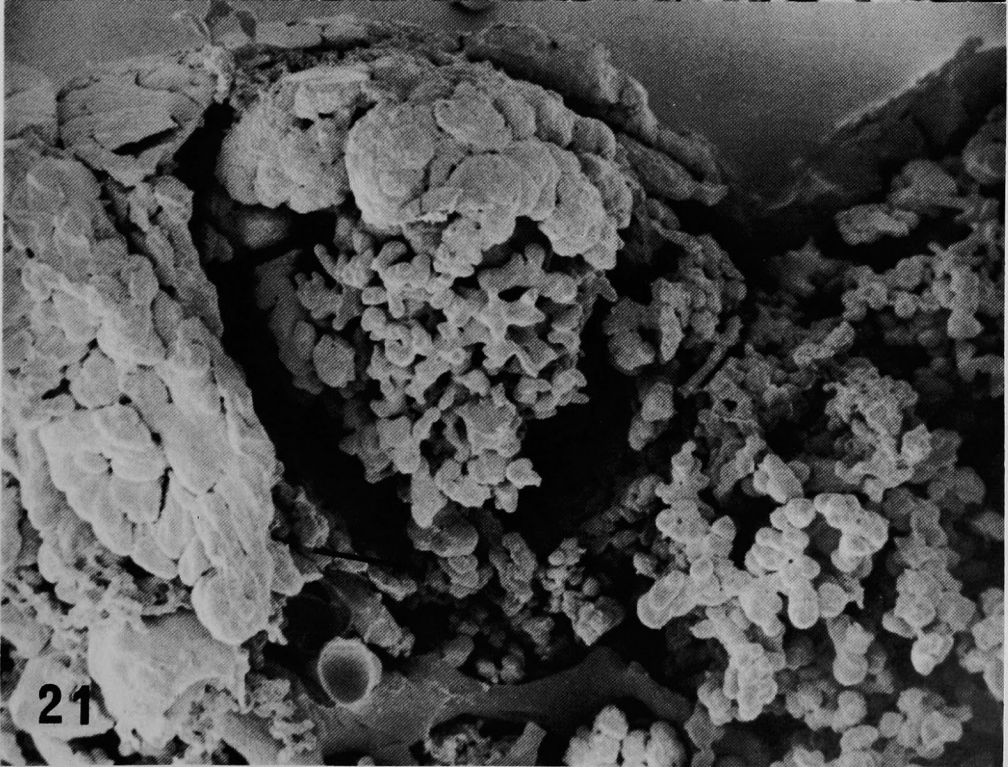
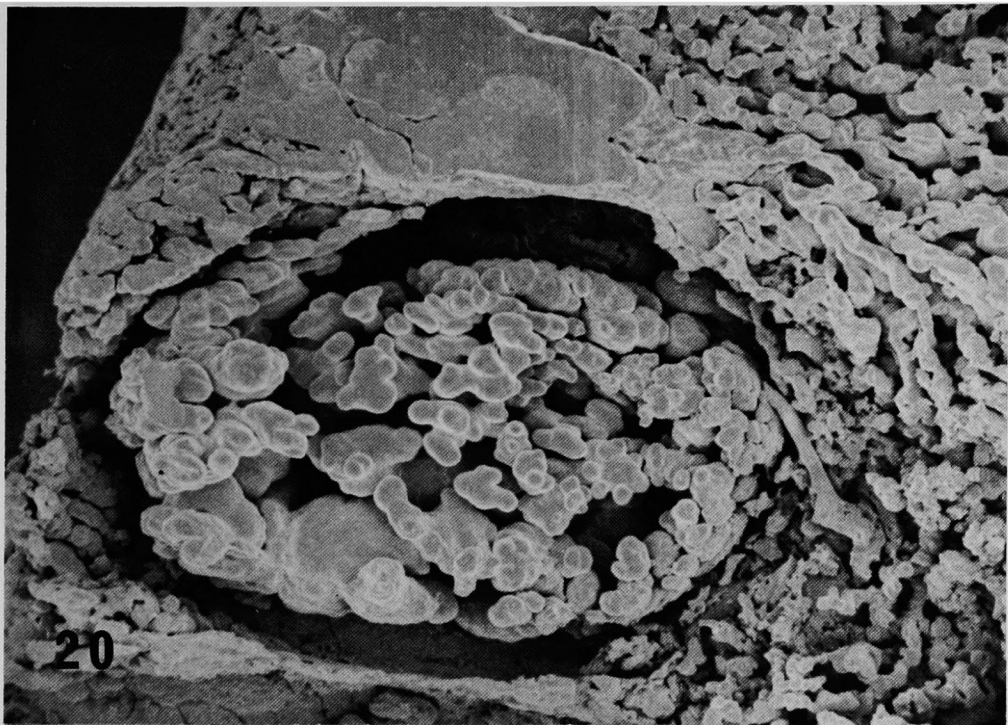






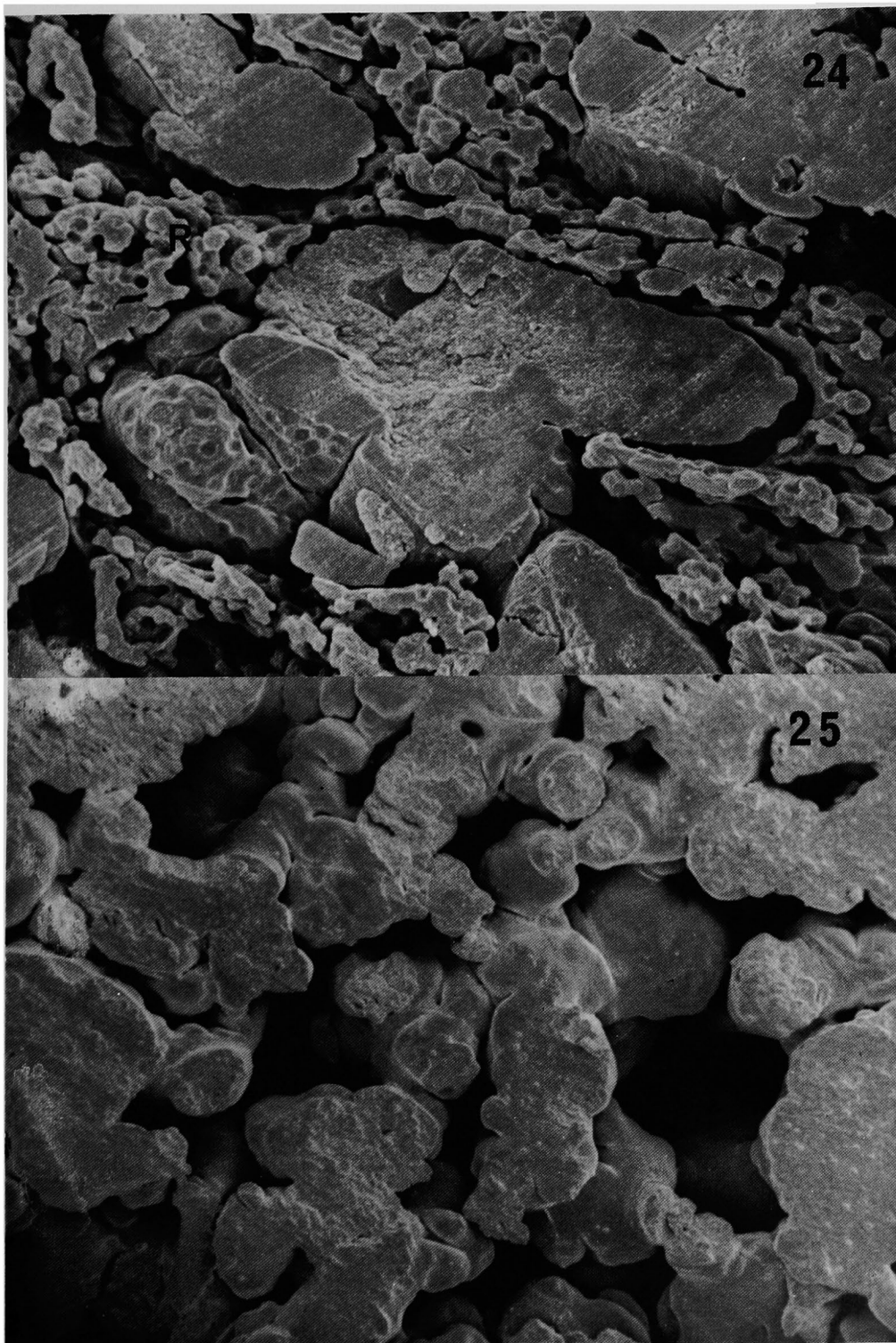


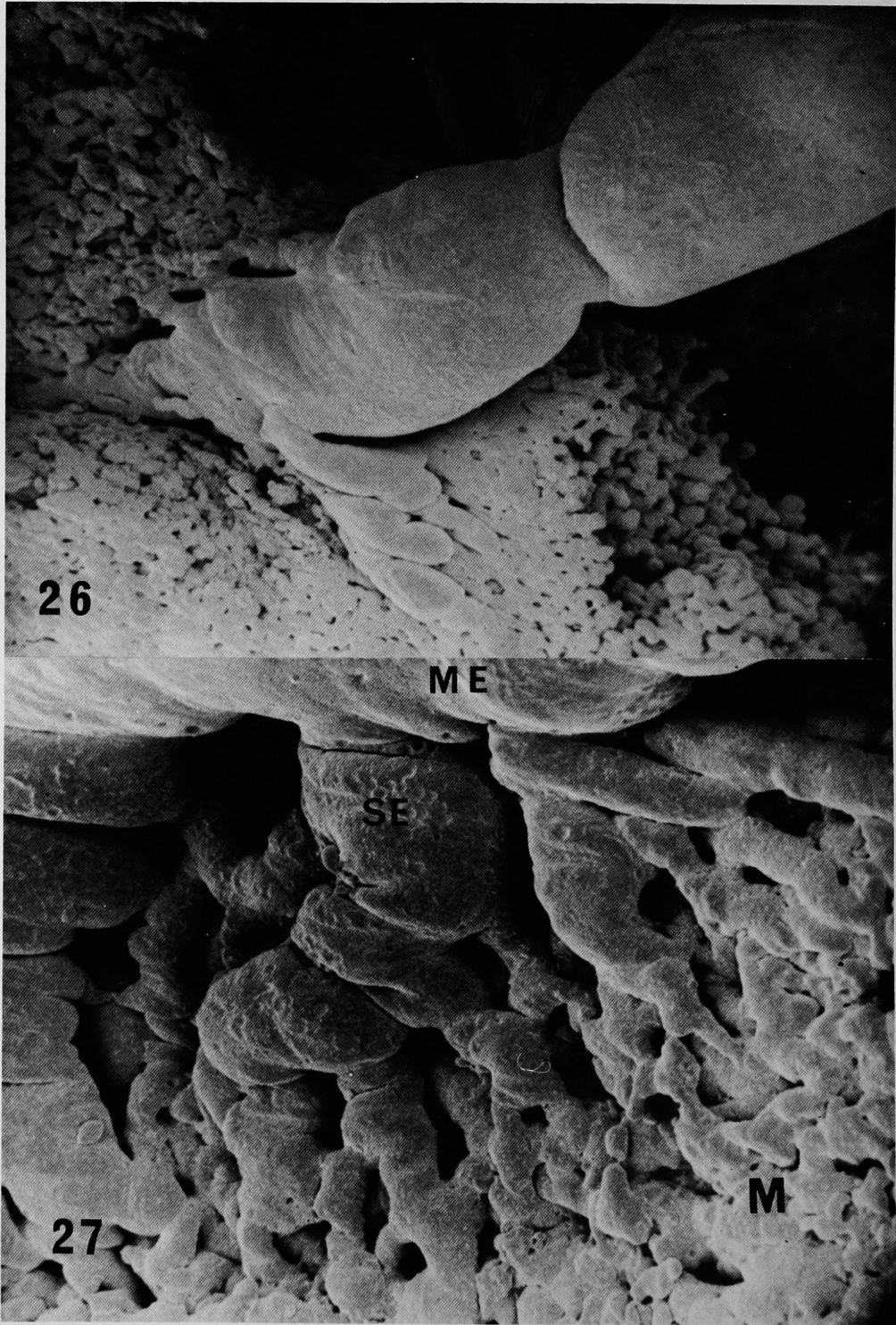


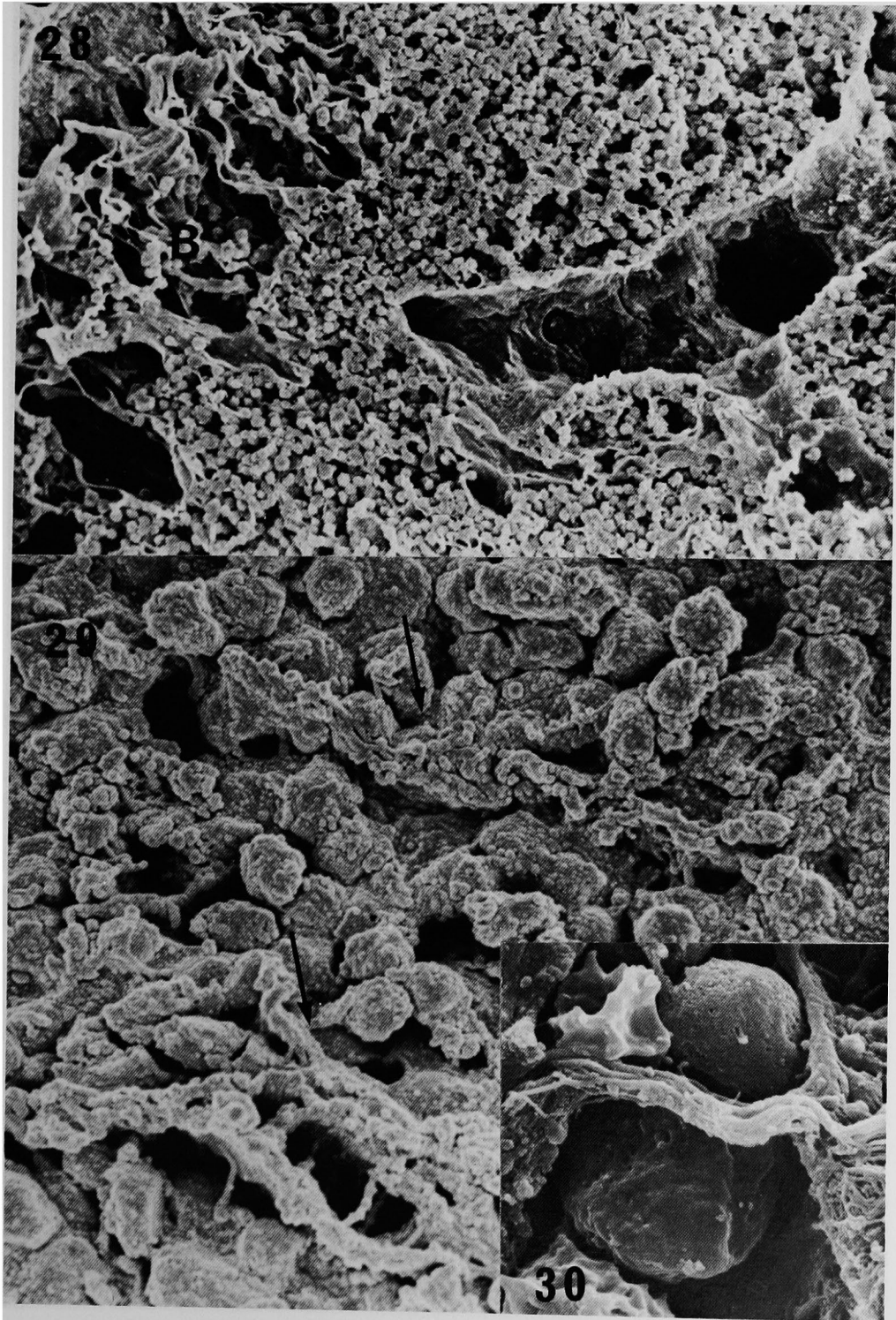


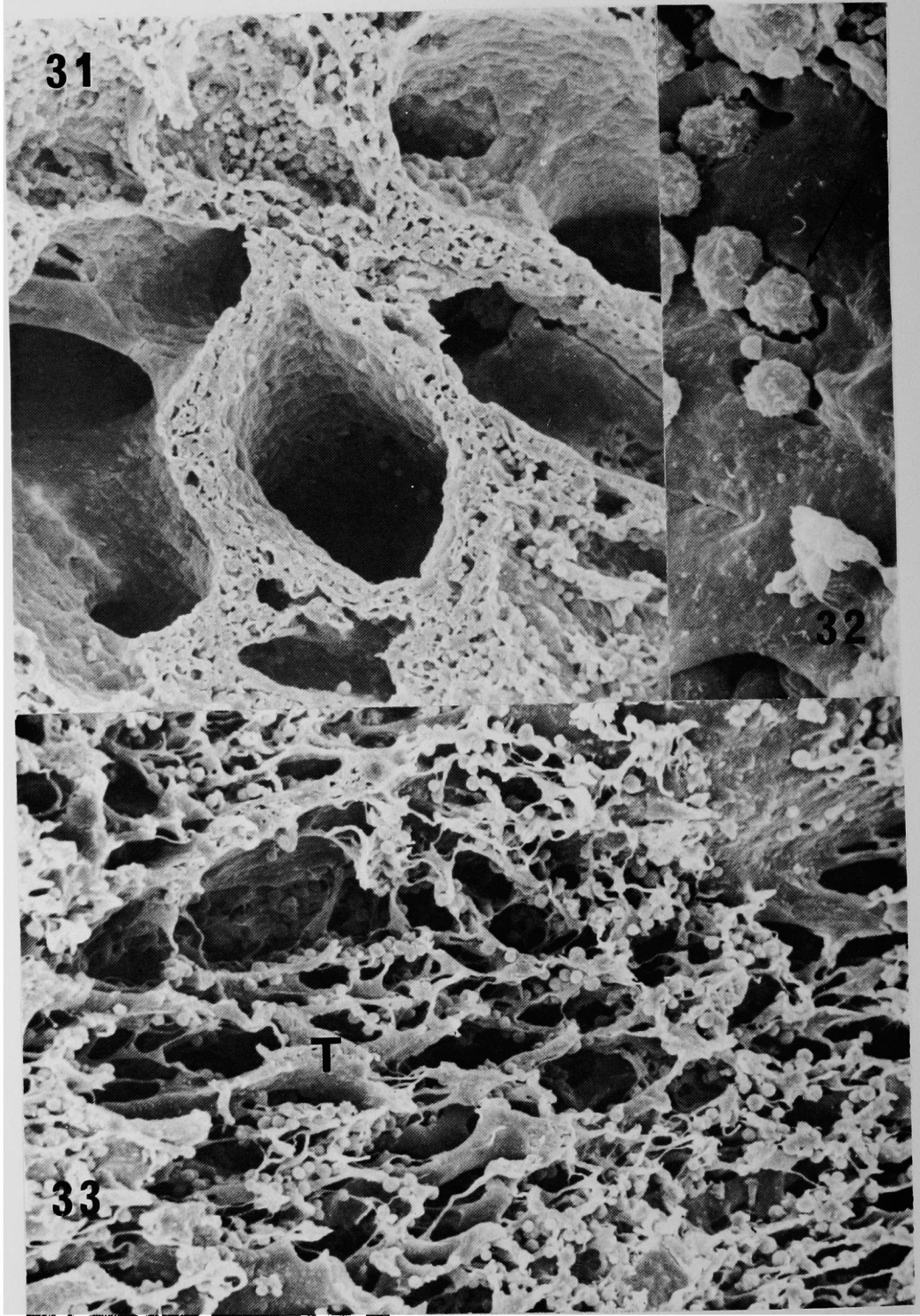


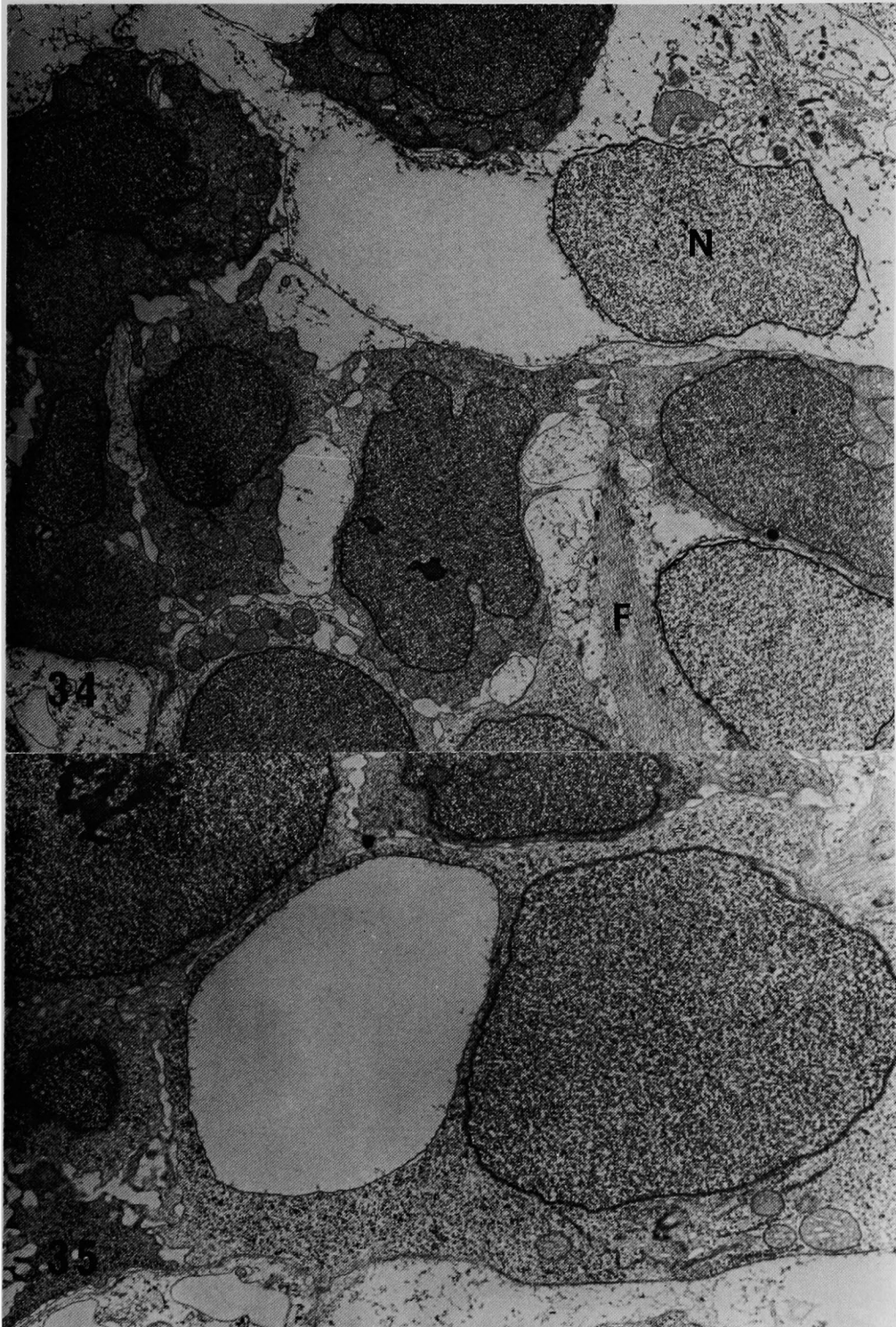


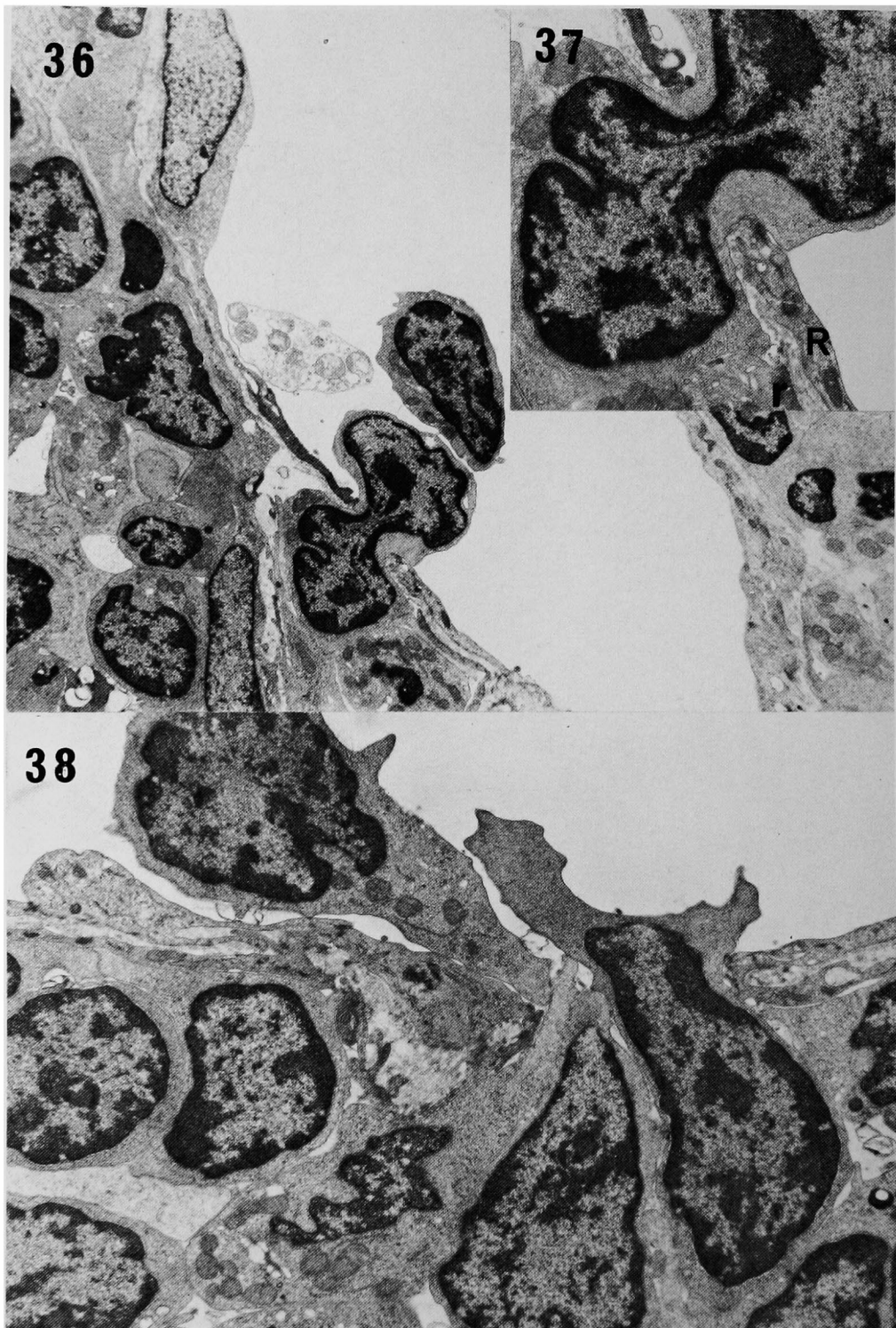


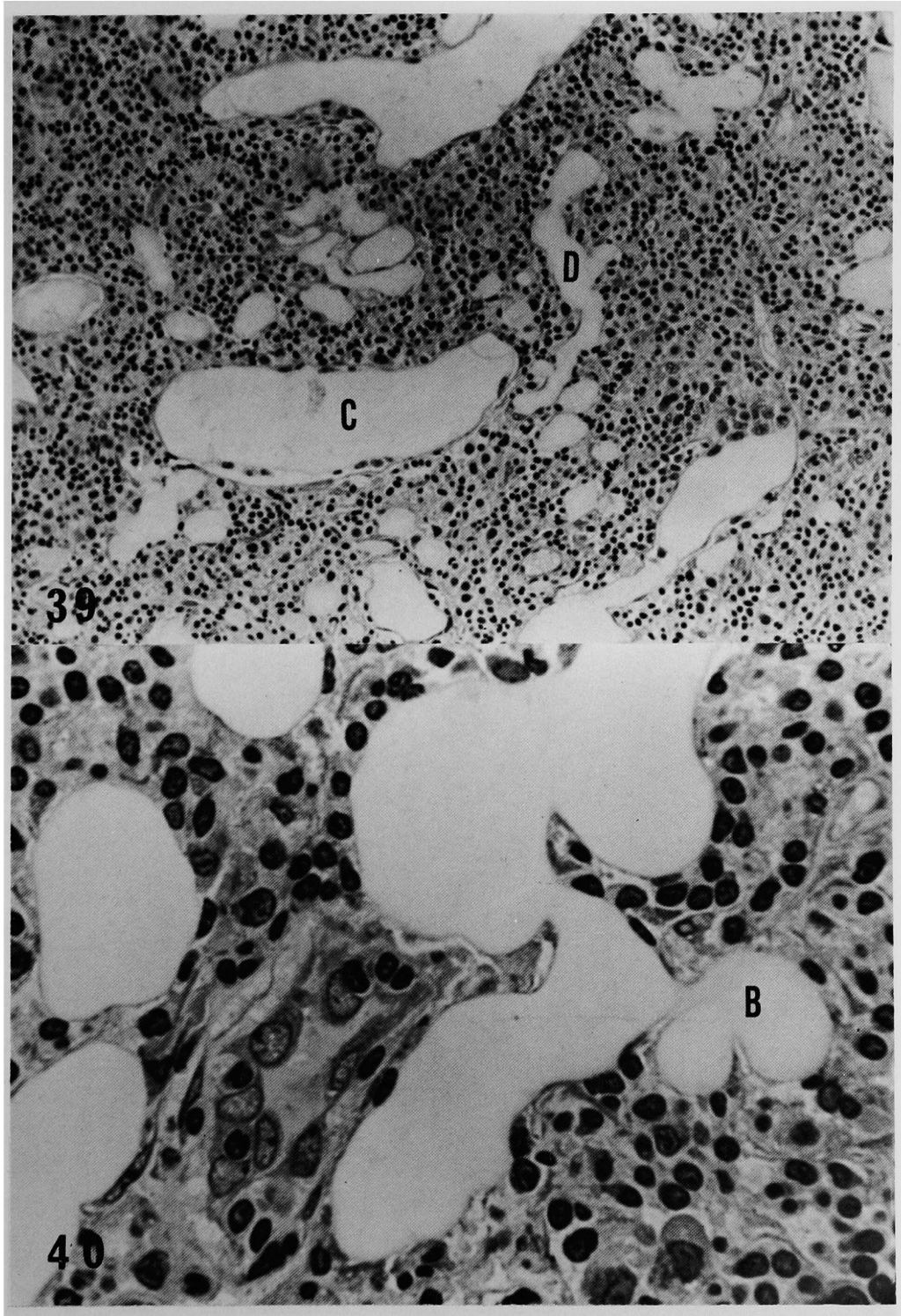


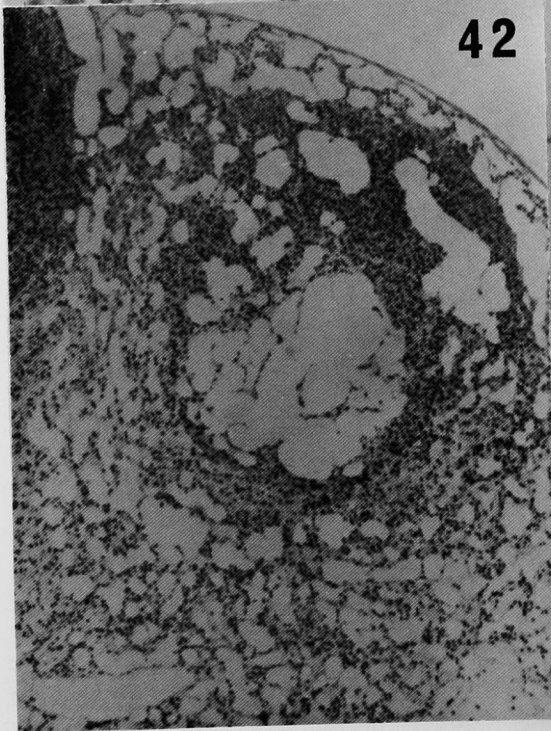
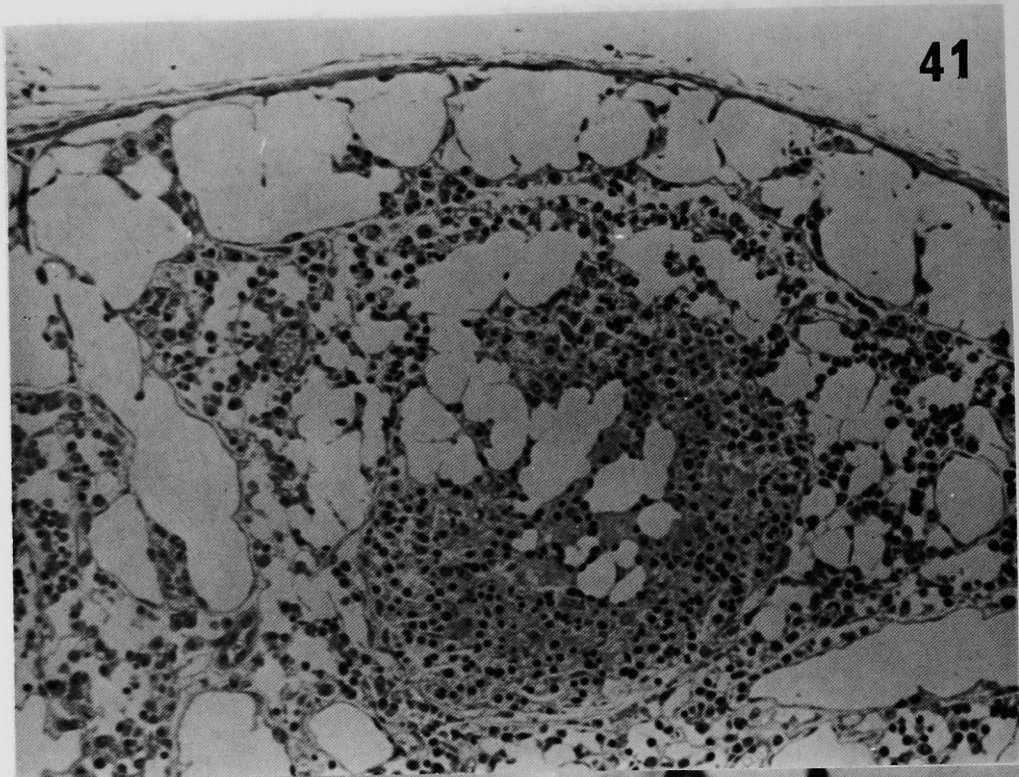




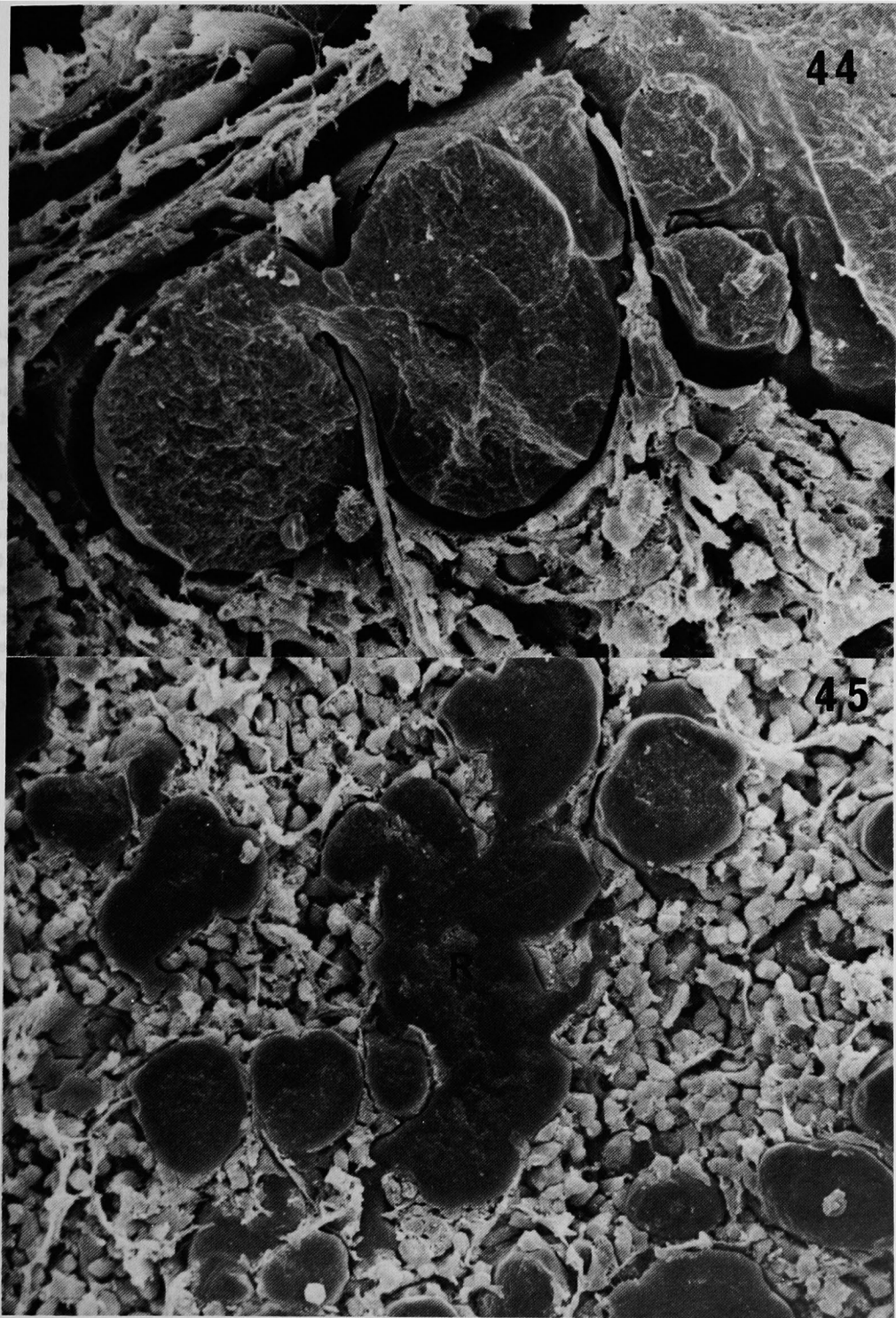












**A scanning electron microscopic study on a cast of the rabbit  
mesenteric lymph node**

by

**Tatsuo KUROKAWA**

First department of Surgery, Okayama University Medical School,

Okayama, Japan

(Director : Professor Sanae Tanaka)

A cast was taken of the rabbit mesenteric lymph node by injecting Mercocryl resin into the lymphatic vessel, then excising the lymph node and removing the tissue with 20% KOH. The resulting cast was observed under an SEM. The outer surface of the cast, corresponding to the marginal sinuses, consisted of an arrangement of dome-like structures of about 1mm in diameter. A cross section of the cast showed that the marginal sinuses penetrate deeply into the cortex down to the trabecular and cortical sinuses, surrounding the secondary lymphoid nodules and connecting with the medullary sinuses. The cast of the diffuse lymphoid tissue showed numerous structures like tangled strings of beads, each bead with a maximum diameter of 40 $\mu$  and minimum of 10 $\mu$ . These were lymph pathways running through the reticulum cell network between the marginal sinuses and medullary ones. The cast of the primary lymphoid nodules showed a coral-like or irregular membranous structure of 5 $\mu$  in thickness just under the dome-like marginal sinuses. Blind ending lymph vessels filled with resin were demonstrated at the center of the secondary lymphoid nodules. The cast of the medullary sinuses showed tortuous tubes of 100-150 $\mu$  in diameter branching from or anastomosing with each other. The fine coral-like structures were also seen around the medullary sinuses.