

(金沢大学審査学位論文)

## 骨折治療に対する髄内釘に関する実験的研究

第1編 長管骨正常骨髓内静脈系の形態に  
関する実験的研究

金沢大学大学院医学研究科整形外科学講座(主任 高瀬武平教授)

片岡玲典

(昭和35年7月25日受付)

本論文の要旨は第14回中部日本整形外科災害外科学会に講演した。

最近骨折、仮関節の処置として Marknagelung (髄内釘法) が甚だ頻繁に採用されるに至った。この際当該長管骨々髄は殆んど完全に破壊を蒙ることとなり、その修復に関する知見は甚だ重要なものと思惟される。よつて修復過程の全経過につき廿日鼠を用いて骨髄血管系 特に 静脈洞の態度を詳細に検討せんと試みた。実験に先立ち始めに正常長管骨々髄内静脈系の形態学的検索を行い 2, 3 の知見を得たので茲に報告する。

骨髄における血液循環に関する研究は古くより多くの生理学的実験があるが、他方、形態学的には Robin (1864), Neumann (1869), Rindfleisch (1880), Denys (1886), Lexer (1904), Venzlaff (1911), Doan (1922), Bargmann (1930), 岩男 (1926), 橋本 (1936), 平木 (1953) 氏等の業績が挙げられる。中でも Lexer とその一門 Kluga & Türk (1904) は形態解剖学的に骨髄内血管系統の分布状態を明らかにし、大いにこの方面に貢献した。しかしながら先人の研究の大多数は骨髄内動脈系統に関するものであつて、同静脈系に関する研究は僅かに Venzlaff, 岩男, 橋本, 平木氏等の研究があるのみであり、しかもこれらは骨髄内の末梢血管装置に関して比較的詳細に記載しているが、1個の骨の骨髄全域に亘る静脈系統の構成及び構造の記載は概ね不十分であると信ぜられる。そこで私は廿日鼠の脛骨を対象とし、墨汁液を血管内に注入し、これを完全に連続切片として調査する方法により、長管骨々髄内の血管系、特に静脈系の走行、分布、形態を調査し、これを明確にし得た。

## 実験材料並に実験方法

実験動物としては廿日鼠脛骨を用いた。骨髄内血管系の研究には従来家兎以上の大動物が用いられることが多かつたが、連続切片により一長管骨全域の血管構成を検討するには、廿日鼠の如く小哺乳動物を用いることはよくその目的に合致し多数症例を比較的簡単に検討出来る。私は主として赤色髓の血管系をみるため、生後1カ月の幼若なものをを用いたが、一部は脂肪髓をみるために成熟したのものをも用いた。

実験方法は廿日鼠を背位に緊縛し、開胸後、心尖部をピンセットにて把持し、左心室尖端より注射針を挿入し心尖部を動脈クリップにて挟み、次いで墨汁液を徐々に圧注した。注入墨汁液量は約 10~15cc で全身に行き亘る。本注入量は廿日鼠にとつては比較的大量であるが、これにより墨汁液は骨髄内静脈系に充滿されるに至る。

注入液は小川氏法 (1949) 灌流試験の試薬を応用した。即ち、リンゲル氏液に2%のアラビヤゴム及び0.05%のカフェインを混入した液を市販の良質墨にて適度の濃度に磨る。このリンゲル氏液墨汁に0.8~0.9%の割に寒天を重湯煎中で溶かし、濾過したものに更に0.05%の割にカフェインを入れた液を使用した。

摘出せる脛骨は10%ホルマリンにて1乃至2日固定し、5%硝酸にて12乃至24時間脱灰し、1日水洗の上、アルコール脱水、ツエロイデン包埋とした。これを15 $\mu$  或いは50 $\mu$  の連続切片とし、偶数番号をキシロール透明標本とし、奇数番号をヘモアラン・エオジン重染色、或いはエオジン単染色した。

Experimental Studies on the Intramedullary Nailing for Therapy of Fracture. Part I. Experimental Studies on the Venous System in the Marrow of Long Bone. Akinori Kataoka, Department of Orthopedic Surgery (Director: Prof. B. Takase), School of Medicine, University of Kanazawa.

切片作製に当つては脛骨長軸に対し横断、矢状断、前額断の三方向より行い、骨髓内血管系を立体的に再構成し検討した。

## 所 見

### 1. 骨幹及びメタフィーゼ部（以下「メタ」部と略す）の静脈系

骨髓腔内に緻密に分布する静脈は通常の静脈にみられる如き筋層、外膜を持たず、極めて薄い一層の内皮細胞よりなる膜で直接骨髓組織に接している。故に静脈でなく Neumann のいう Venensinus（静脈洞）とみるべく、次に述べる太径の静脈管を私は静脈洞と同様一層の内皮細胞よりなる所から主幹静脈洞（主幹洞）と呼称した（図1）。

脛骨々幹部では主幹洞は略々骨髓腔の中心を縦に走る1個の太径静脈洞であり（図2, 3）、その内腔は拡張時と収縮時では相当異なり、通常、骨髓腔の直径の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ の径を有し、走行途中内腔の広さに多少の変動はあつても大差はない。しかし一般に脛骨の尾側端に行くに従つて細く、首側に行くに従つて太くなる傾向がある。又脂肪髓の場合は細く萎縮して赤色髓に比し可成り著しい差が認められた（図4）。主幹洞は通常1個であるが、稀れに走行途中分岐走行する略々同じ内腔のものもみられるが、再び合して1条となる。主幹洞は首側「メタ」部にて、1～2個の「メタ」部に分布している静脈洞と合して脛骨背側へ弓状に強く曲つて骨皮質を直角に貫通する孔より（図5, 6）。時には2～3個に分岐して脛骨背側及び腹側の孔より骨外の静脈に連絡している。尾側「メタ」部でも1～2分岐して脛骨腹、背側の孔より骨外の静脈と連絡する。主幹洞が貫通するこれらの骨皮質の孔は従来単に栄養孔と考えられていたが、私は動脈を含まず静脈のみがみられる所より静脈孔と呼ぶのが適当と考える。この静脈孔の位置は略々一定して骨皮質を直角に貫通し、骨皮質部の形態は骨髓腔開口部に近い程拡大され、骨皮質外側に行くに従つて狭く円錐形様の靱を呈し、通常主幹洞の内径に比し骨皮質内の管状部は狭小である（図7）。一方、図8にみられる如く腓骨接合部と脛骨首側端の略々中央の骨幹部の背側にて、甚だ鋭角的に骨皮質を斜に貫通している栄養孔が存在している。この管内では静脈は1～2本の太い動脈と共に髓内に通じているが、同伴動脈に比し内腔狭く、壁は菲薄である。そしてこの静脈は骨髓内の静脈洞（固有洞）と連絡している。

次に主幹洞の全長に亘つて流入している多数の枝をみるが、これは骨髓全域に分布している静脈洞を集合

して主幹洞に注ぐ所から私は橋本と同じく集合洞と呼称した。これらは一定の間隔にて流入するため、主幹洞壁は標本上美しい波形の連続を示している（図9）。集合洞は骨幹部赤色髓では可成り太く、斜上方へ走つて主幹洞に入るため、脛骨縦断標本では肋骨様を示し（図10）、横断では放射状を呈する（図11）、これに比し首側「メタ」部では主幹洞が弓形に屈曲するため、図12の如く扇状の配列を示している。

集合洞を主幹洞より末梢に向つて追跡すると、一定の間隔を置いて2方向に分岐を繰返し樹枝状を呈するが（図13）、同時に3方向或いはそれ以上に分岐するものはみられない。これらの分岐は次に述べる固有洞である。

主幹洞、集合洞の外、互に連絡して立体的な網状をなしている静脈洞が全骨髓腔内に充滿している（図14）。この静脈洞を固有静脈洞（固有洞）と名付けた。固有洞の吻合によつて形成された網眼は略々六角形を呈しているものが大部分であり、6角の各頂点より吻合枝が出ている（図15）。これが網眼の基本形とみられるが、所により異形と思われる4～5角や不規則な形のものもみられる（図16）。しかしこの場合、例えば六角形の各頂点より出る6個の吻合枝が正しい距離より出ず2個が近接して出るために五角形が起るものとも考えられ、見掛け上五角形、4角形を呈するのであつて、実際には6個の固有洞にて形成されており、従つて一つの網眼よりは6個の吻合枝が出ていることが多い。骨梁の多い首側軟骨盤近傍の「メタ」部では甚しい影響をうけ、角型の網眼はみられず、骨長軸に細長い網眼をなしている。又骨幹部骨内膜近くではこれに接して図13に示す如く係蹄を作つているが、ハブアース管を通る毛細血管とも連絡している網眼を随所にみる（図17）。

脂肪髓では特異な網眼を示している。即ちここでは固有洞は内腔狭く萎縮しているので墨汁液の注入悪く、その点綴を追跡して辛じて判別する程度であり、赤色髓とは可成り異なつた形状を示す。これらは脂肪細胞間を走り1～2個の脂肪細胞を圍繞し、形も丸味を帯びており、一つの網眼より出ている吻合枝も6個以下のことが多く、これは萎縮せるため墨汁液の流入困難によるものと考えられる（図18）。

## 所 見 小 括

以上骨髓内静脈系の関係を小括すると模型図1, 2の如くなる。即ち主幹洞は骨髓腔の略々中央を縦走し、大部分は首側「メタ」部静脈孔より、一部は栄養孔及び尾側「メタ」部静脈孔より骨外の静脈と連絡す

る。集合洞は骨幹部では肋骨様を呈し、「メタ」部では扇状となる。

次に集合洞と固有洞の関連をみるに、模型図2に示す如く、主幹洞より少し走つてから末梢に向つて約60°の角度をもつて分岐する。その各々の分岐は更に約60°の角度をもつて骨内膜に至る迄に3~4回分岐しているが(図13)、その分岐枝は種々の方向に向つて互に隣接分枝と吻合し立体的網状を呈している。この60°の角度で分岐することにより、60°、2個、150°4個の角をもつ6角形が作られ、吻合する各分岐枝が固有洞である、6個の固有洞によつて形成された網眼は前述せる如く6角形を基本とするが、切片の部位により種々の様相を示し、骨内膜に近い末梢部の切片標本では図14の如く豊富な網眼を呈し、主幹洞を含む切片では図13の如く樹枝状構造がみられる。

#### 骨幹及び「メタ」部の動脈系について

動脈系の構成については、今迄多くの研究者により詳細なる解明がなされており、又本研究の対象外であるが、本研究により得られた廿日鼠脛骨における所見を要約すれば、栄養孔よりの動脈は骨髓内に入るや、直ちに上行枝、下行枝に分れ、これらはそれぞれ首側、尾側に向つて骨髓内静脈に関係なく骨長軸に平行して走行する(図19)。上行枝は下行枝に比し太く、分岐後僅かに尾側に偏し、それより急に1又は2個の彎曲を作つて上行するが、始めは骨髓内背側に位置し漸次腹側へ移動する。これらは途中線細で真直ぐな小動脈枝を分岐し、首側へ進むにつれて動脈枝は分岐を繰返しながら分離し、遂に毛細血管となつて固有洞と連絡している。下行枝においても上行枝同様尾側端に向つて分布し毛細血管となつている。

#### 2. 首側エピフィーズ部(以下「エピ」部と略す)の静脈系

首側「エピ」部の骨髓内静脈系は模型図1の如く関節囊の附着部、即ち軟骨盤の首側の腹側及び背側の骨皮質に静脈孔があり、内腔広潤なる主幹洞がそこより関節囊内の静脈と連絡して大腿四頭筋下及び膝關節部の静脈に流入している。主幹洞の走行中骨幹部同様多数の集合洞をみるが、その流入方向は主幹洞に対し略々垂直を呈している(図20)。これらは関節側骨皮質及び軟骨盤に達しているが、分岐後固有洞となりそれぞれ吻合して網眼を作る。この部では豊富な骨梁の存在と狭い骨髓腔のため前記の如き定型的な基本的網眼はみられない。

#### 3. 首側軟骨盤に分布する血管

軟骨盤に「エピ」側より分布する線細な血管は、横断標本では「エピ」部の骨層を節の目の如く多数貫通

し、微細な軟骨下層にて平面上に互に連絡して網眼を作り、縦断標本では図21に示す如く軟骨下層にて連絡した血管は軟骨細胞に接して係蹄を作つている。

「メタ」側より分布する血管は「エピ」側と異なり特殊な形態をとつている。即ち固有洞が個々の軟骨細胞柱の最下端の細胞に接して係蹄を作るが、その際細胞に接する部にて拡大し、一つの貯溜槽を形成する。これらの槽は隣接せる軟骨細胞柱下の槽と互に連絡する細い枝を有している(図21)。又ここには「メタ」部の骨皮質を尾側より首側へ斜に貫通する不完全栄養孔を通つて骨外より直接細小血管の枝が分布している。

#### 4. 尾側「エピ」部の静脈系

尾側「エピ」部の静脈孔は関節囊の附着部の軟骨盤より尾側の骨皮質に存在する。この静脈孔を貫通する主幹洞は骨髓内では内腔広く、関節面に略々平行して走る。この主幹洞に集合洞が固有洞を集めて略々垂直に流入しているが、狭小なる骨髓腔と骨梁の影響により固有洞の網眼は不規則な形態を呈す。成熟廿日鼠では軟骨盤が閉鎖して骨性となり、所々に窓を作つて「メタ」、「エピ」部の骨髓が連絡しており、その窓を経て固有洞の吻合、或いは主幹洞の連絡がみられる(図22)。

#### 5. 脛腓骨接合部

腓骨は脛骨の尾側1/3辺で接合し、両骨接合部は所々に窓を持つて両骨々髓の連絡がみられる。勿論固有洞の吻合はみられるが(図23)、主幹洞が直接合するようなことはない。両骨は尾側端に至るに従い完全に独立し、別々の長管骨像を呈する(図24)。

### 総括並に考按

Robin (1864) は骨髓内に内腔広潤なる静脈を見出し、Neumann (1869) はこの骨髓内静脈に *Venensinus* という名称を附した。Rindfleisch (1880) は海猿を使用して、骨の動静脈系統の模型図を提案し、Denys (1886) は鳩の長管骨々髓の略々中央を骨全長に亘つて走っている内腔広潤なる静脈に中心静脈なる名称を与え、Venzlaff (1911) も鳩の骨髓内を縦走する静脈主幹は必ずしも骨髓の中心部を走行しない故、これを主幹静脈と称した。更に Doan (1922) はこれに縦走静脈と名付けた。本邦においても岩男 (1926) は家兎大腿骨々髓の血管装置について、一層の内皮にて被われた毛細血管が集つて固有静脈洞となり、これは更に総静脈洞に開口するとした。その外固有静脈洞、総静脈洞と毛細管様小静脈洞を介して連絡している静脈洞様部、及び総静脈洞に相当する不均等なる厚さの壁を有する部分を特に異形総静脈洞と称し記載している。又富塚 (1934) は岩男の静脈洞様部、総静脈洞を一括し

て集合洞と命名し、橋本 (1936) は家兔の研究で骨髓静脈系を静脈洞、集合洞、貯血静脈幹の3部に分け、特に内腔広濶なる骨髓内静脈主幹は静脈血の停滞、貯溜池としての機能を有するとして貯血静脈幹と称した。平木 (1953) もこのものを主幹静脈洞、次いで全長に亘る多数の分枝を集合洞、これより更に分枝して網状を形成する部を静脈洞と分類した。

斯の如く長管骨々髓内の略々中央を縦走する多くは1個の極めて内腔の広い静脈管を中心静脈、縦走静脈、主幹静脈、総静脈洞、集合洞、貯血静脈幹、主幹静脈洞等と称しているが、私は廿日鼠脛骨の骨髓内静脈系を系統的に検討した結果、このものが太径の静脈であるが、壁は通常の静脈と甚しく異なり、一層の内皮よりなり(図1)、静脈というより静脈洞と考える説が妥当である所より主幹洞と名付けた。この主幹洞の全長に亘つて固有洞を集めてこれに流入する太い枝について特に集合洞と記載しているのは橋本、平木であるが、橋本は多数の静脈洞を集めて貯血静脈幹に注ぐ所の内腔の大きくなっているものを集合洞と称しており、私も橋本と同じく集合洞と呼ぶのが適当と考える。骨髓全域に亘つて網状を形成する細部静脈については現今 Minot (1901) の命名なる Sinusoid なる語が一般に使用されている。私はこれを固有洞と称した。

扱て長管骨主幹洞は骨髓腔の略々中央を走行し、脛骨においては首側1/3部に於て骨外の静脈と連絡していることは Robin (1864) 以来認められている所である。最近片山 (1956) はこれを比較解剖学的に立証している。大藤 (1953) は廿日鼠脛骨にて外側壁に近い所を走行する主幹洞を記載しているが、私の観察では前記の如く骨髓内の略々中央を走行し、首側「メタ」部で強く弓状に彎曲して骨外に連絡するものが多く、唯数例に首側「メタ」部に至り背側骨皮質に近づき、急に屈曲して骨外に走行するものをみた。このことは主幹洞が「メタ」部に存在する背側静脈孔に近づくにつれて、若干その走行を静脈孔寄りに変動するもので、静脈孔の存在しない骨幹部では主に中央部を走行しているもので、大藤の如く外側壁近くを走行するものは、私の連続切片検索では、一例も見出すことが出来なかつた。

この太径の主幹洞の形態と機能的関係についての記載は少なく、僅かに橋本 (1936) の静脈血の停滞、貯溜池としての機能と、富塚 (1934) の血液が拡大せる洞内への進入により血流を緩漫ならしめる調節的装置という意見が挙げられているに過ぎない。貯溜、排出の調節を考えるに、主幹洞壁は筋層を有しない所よ

り、自からの収縮ということは考えられず、骨内外の静脈圧の差が血流の調節にとり主役を演ずるものと考えられ、他部分の静脈の如く軟部組織の影響を直接蒙むらない骨髓腔内では、動脈性圧力が主幹洞内静脈血の貯溜、排出の推進力となり、更に Morgan (1959) の如く骨皮質外の静脈内の陰圧惹起、又は骨周囲の筋収縮、拡張等による筋間静脈内圧の変動が影響するものと考えられる。私の標本でも主幹洞が静脈孔以上に太くなつたり(図7)、又それ以下に細くなつたりしているのがみられるが、これは貯溜と排出の調節的機能に関与しているものと信ぜられる。

集合洞と固有洞との解剖学的区別は明確でないが、平木 (1953) は比較的明確に次の如く区別している。(1) 集合洞は主幹洞より骨内膜に達する間に平均3~4回の樹枝状分枝を分ち、各分枝は夫々2~3回の分枝を経て単位静脈洞に達する。(2) 隣接せる集合洞が1, 2本の横枝を以て吻合、癒合している。(3) 主幹洞に沿うて長く走行する集合洞が極めて稀に観察されるという。しかしながら私の調査せる所では、集合洞は決して形態的にも機能的にも固有洞と区別されるものでなく、同じく薄い一層の内皮よりなる壁を境界として骨髓実質細胞と接しており、肺臓における気管支、気管支枝、細気管支、呼吸性気管支、肺胞管、肺胞の如く組織学的にも機能的にも明らかに区別分類出来るものと同じように分けることは不可能と考えられる。成程私の標本にても平木の如き集合洞の分枝、樹枝状構造がみられるが(図13)、その分枝が隣接分枝と吻合して網眼を形成する所より集合洞でなく、分枝は固有洞と解釈するのが妥当である。又各集合洞の間に横枝を以て連絡するという説も疑問で、先に述べた如く、集合洞は約60°の角度をもつて分枝を繰返すもので、横に連絡することはなく、それらは約60°の角度を以つて分枝したものが、隣接せる集合洞よりの分枝と吻合し、60°, 150°の角をもつ6角形に近い固有洞の網眼を作るものである。故に強いていうならば集合洞は主幹洞から分岐後、最初の分岐迄の間ともいえるが、形態学的に明確に区別出来るものでなく、固有洞より主幹洞に注ぐ僅かの部分を集合洞といふべきであろう。なお平木の如き主幹洞に沿うて走る集合洞は私の連続標本で両端が主幹洞に合していることよりみても、集合洞の末梢に向つて分岐する概念とは異なつており、2本の主幹洞とみる方が妥当である。

骨髓の機能的状態の変化に応じて固有洞の形態に変化を来すことは考えられる。洞内に墨汁液充滿して内腔広濶なる固有洞を認める実質では洞間は互に連絡して図15, 17の如く6角形を呈している。即ち骨髓機

能旺盛なる赤色髓では6角形の吻合せる固有洞網眼が存在し、反対に骨髓機能の休止状態である脂肪髓は、僅かに注入された墨汁液の点綴によつてその存在を窺わしめる程度であり、網眼も不規則となる。即ち洞は萎縮し細くなり、時にはその存在をも疑わしめる所見を呈する。又固有洞のみでなく主幹洞も萎縮し(図4)、静脈洞系はすべて廢用性萎縮像を示しているものと考えられる。同様の所見は Doan (1922) や橋本 (1953) も述べている。即ち Doan は飢餓における鳩の萎縮せる脂肪髓について墨汁液注入の結果、墨汁液を充満せる洞には互に極めて細き連絡管のあるを発見し、これを Intersinusoidal Capillaries と命名した。彼は機能旺んなる時は洞は拡張しているものと考えている。橋本も正常状態の脂肪髓では固有洞の大多数は内腔が虚脱状態となつて認め難くなつており、虚脱性静脈洞より骨髓機能との関係を説明している。Sabin (1928) は脂肪髓が造血刺激によつて迅速に反応して赤色化すること、即ち造血を再開する可能性を有することが骨髓脂肪組織の特徴であると主張しているが、私はこれには萎縮し残存する固有洞網の存在が重要な役割を果すものとする。この事実は第2編に詳報する。

血管が骨皮質を貫通する主なる開口の1は通常栄養孔であり、前記の如く首側より尾側へ鋭角的に骨皮質を斜めに貫通し、動静脈、神経を通過させ(図8)、その2は骨皮質を略々直角に貫通し、主として静脈のみを通す静脈孔(図7)であり、その3は甚だしく迂回、曲折せるハヴァース管(図17)、及び首側「メタ」部の不完全栄養孔の4であり、Drinker, Drinker & Lund (1922) の犬及び橋本 (1937) の家兎における記載とも概ね一致し、廿日鼠脛骨「メタ」部に主幹洞の開口の存在することは大藤 (1953) も観察している。特に發育期の首側「メタ」部の骨皮質を尾側より首側に斜めに貫通する小孔があり、これを高瀬、野村 (1957) は細小血管(主に動脈)、神経が通る不完全栄養孔として述べている。

骨幹部の栄養孔を貫通する静脈は骨髓内で固有洞に連絡しているが、この栄養孔の管腔は狭小で細長く、その上太い動脈が1~2本同伴するため、静脈は細く機能的にも微々たるものであると思われ、これに反し静脈孔は主幹洞の骨外への主要連絡部であり、その部は前記の形態の特徴を有し血流調節にも関係するであろうことについては前述した。

脛腓骨血管装置の癒合については各種動物により異なる。橋本 (1936) によれば家兎は脛腓骨接合部以下血管装置も完全に癒合すると述べ、平木 (1953) は廿

日鼠にて両骨々髓は尾側端に至る迄完全に独立して存在するものであると図版をもつて説明しており、大藤 (1953) も亦これに同意している。しかし私が廿日鼠の下脛骨を長軸及び横軸連続切片として詳細に観察した所見では、両骨接合後、接合部壁は所々に窓をもつて両骨髓の連絡があり、その部においてのみ骨髓血管も亦交通している事実は図23, 24に示す通りである。この交通は骨髓癒合部全域に認められる。その形態は各個体により種々であるが、何れにしる一切片のみで論ぜられるべきものでなく、私の行つた如く各種断面の連続切片の詳細なる観察によつてのみ立証出来るものである。

## 結 語

1. 私は廿日鼠の脛骨を使用して骨髓内静脈系を観察した。すべて骨髓内静脈は一層の内皮細胞壁よりなり、その形態より主幹洞、集合洞、固有洞の3部に分けられる。

2. 主幹洞は略々骨髓腔中央部を骨長軸に平行して走行し、「メタ」部において静脈孔により骨外と連絡する。即ち骨幹部にある栄養孔は主として栄養動脈及び神経の通路であり、静脈血は小部分のみこの部を通り、大部分は主として静脈孔を通過する。

3. 主幹洞と静脈孔は静脈血の貯溜、排出の調節に重要な役割を果すものと信ぜられる。

4. 集合洞は固有洞よりの血液を単に集合して主幹洞へ導く道と思惟され、形態学的にも機能的にも固有洞と明らかに区別することは不可能である。

5. 固有洞は集合洞の分岐により、略々60°の2頂角、150°の4頂角をもつ6角形の網眼を作る。この固有洞網は骨髓の機能状態により変化し、脂肪髓では廢用性萎縮を示し、赤色髓では内腔広濶で互に連絡して密なる分布を示す。

6. 「エビ」部の静脈洞は狭い骨髓腔と骨梁の影響により特異な分布状態を呈し、軟骨細胞に接して係蹄を作っている。

7. 「メタ」部の静脈洞は骨梁を縫つて軟骨細胞に接する部で貯溜槽を呈して係蹄を作っている。

8. 脛腓骨々髓癒合は両骨接合後、尾側1/3の部分で窓をもつて行われるが、固有洞もこの部で互に連絡、交通している。しかし主幹洞の直接連絡はみられない。

9. 長管骨々髓内の循環系は

動脈—(栄養孔)—栄養動脈—動脈枝—毛細血管—固有洞—集合洞—主幹洞—(静脈孔)—静脈の構成よりなる。

終に臨み御懇篤な御指導と御校閲の労を賜つた恩師高瀬武平教授並に野村進助教授に深く感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) Anseroff, N. J. : Zschr. Anat. Entw. Geschr., 103, 793 (1934). 2) Bargmann, W. : Zschr. Zellforsch., 11, 1 (1930). 3) Drinker, C. K., Drinker, K. D. & Lund, C. C. : Amer. J. Physiol., 62, 1 (1922). 4) Doan : (6) から引用. 5) Denys : (23) から引用. 6) 平木 潔 : 血液学討議会報告, 5, 78 (1953). 7) 平木 潔・大藤 真 : 日血会誌, 14, 189 (1951). 8) 橋本美智雄 : 血液学討議会報告, 5, 114 (1953). 東医事新誌., 3052, 2581 (1937). 福岡医大誌., 29, 1927, 2450 (1936). 日病理会誌., 25, 371 (1935). 9) 岩男 督 : 東医会誌., 40, 775 (1926). 日病理会誌., 28, 14 (1937). 東医事新誌., 3167, 5 (1940). 10) 片山茂樹 : 日血会誌., 14, 64 (1956). 11) Lexer, E. : Arch. Klin. Chir., 71, 1 (1903). 12) Lexer, E., Kuliga u. Türk. : Zbl. Chir., 32, 33, (1905). 13) Minot : (6) から引用. 14) Morgan, J. D. : J. Bone Surg., Brit. Ed., 41, 185, (1959). 15) Neumann, E. : Zbl. med. Wiss., 6, 689, (1864). 16) 大藤 真 : 日新医学, 40, 14, 79 (1953). 17) 小川義雄 : 生物, 4, 48, (1949). 18) Rindfleisch, G. E. : Arch. Mikrosk. Anat., 17, 21 (1880). 19) Robin : (6) から引用. 20) Sabin, F. R. : Physiol. Rev., 8, 191 (1928). 21) Takase, B. & Nomura, S. : J. Comp. Neurol., 108, 421 (1957). 22) 富塚八十一 : 千葉医会誌., 12, 518 (1934). 23) Venzlaff, W. : Arch. mikrosk. Anat., 77, 377, (1911).

## Abstract

In order to investigate the course, distribution and structure of venous system in the marrow of long bone, I have taken as material the tibia of the mice, which were injected with China ink through the aorta, and make serial microscopical sections through three dimensions, to reconstruct afterwards. Veins in the marrow are classified into the main sinus, the collecting and the intrinsic sinuses, formed with a stratum of endothelial wall respectively. The first one runs longitudinally the central part of marrow cavity, being connected with the outside of bone by venous foramina and regulating the storage and discharge of venous blood. A part of venous blood passes through the nutrient foramen, which mainly represent passage of nutrient artery and nerve. The collecting sinuses collect intrinsic sinuses, leading the latter to the main one. From the morphological and functional standpoint the collecting sinuses cannot be clearly differentiated from the intrinsic ones. Ramifications of the collecting sinuses, the intrinsic ones, produce hexagonal reticula. Undergoing changes according to functional condition of the bone marrow, those sinusal reticula show correlated atrophy in the fat marrow, while those ones having broad lumen and connecting with each other indicate a compact distribution in the red marrow. Epiphyseal and metaphyseal sinuses are peculiarly distributed unlike diaphyseal ones, and are respectively located close to the cartilage cells, forming ansae. Tibiofibular myelogenic union is caused by fenestration of cortex at the synostosis of the both bone; in this portion there are some connection and intercourse among intrinsic sinuses, but no immediate connection among main ones.

The circulatory system in the marrow of long bone consists of the following structure; arteries-(nutrient foramen)-branches of nutrient arteries-capillaries-intrinsic sinuses-collecting sinuses-main sinus-(venous foramina)-veins.

## 附 図 説 明

a.a.: 栄養動脈上行枝, c.s.: 集合洞, d.a.: 栄養動脈下行枝, e.o.: 骨内膜, e.p.: 軟骨盤, f.: 腓骨, f.c.: 脂肪細胞, i.c.: 不完全栄養孔, i.s.: 固有洞, m.s.: 主幹洞, n.c.: 栄養孔, s.c.: 軟骨下層, t.: 脛骨, v.c.: 静脈孔.

図 1: 主幹洞 (m.s.) 及び集合洞 (→) 洞壁の内皮細胞, 墨汁液注入せず. ×240

図 2: 骨幹部赤色髓の主幹洞 (m.s.) ×40

図 3: 主幹洞 (m.s.) と放射状の集合洞 (→) 及び固有洞 (↔), 骨幹部横断. ×80

図 4: 脂肪髓における主幹洞 (m.s.) ×55

図 5: 主幹洞 (m.s.) は首側「メタ」部にて「メタ」部の静脈洞 (→) と合し弓状に彎曲して背側静脈孔に達す. ×80

図 6: 静脈孔 (v.c.) を通る主幹部 (m.s.), 首側「メタ」部の横断. ×55

図 7: 首側「メタ」部の静脈孔 (→) を通る主幹洞 (m.s.) ×120

図 8: 栄養孔 (→) を通る栄養動脈及び静脈. ×80

図 9: 集合洞 (→) の主幹洞 (m.s.) への流入模様 ×240

図10: 肋骨様の模様を示す集合洞 (→). ×80

図11: 放射状を呈す集合洞 (→) 及び固有洞 (↔) 首側「メタ」部の横断. ×80

図12: 首側「メタ」部にて放射状を呈す集合洞(→), ×120

図13: 集合洞 (c.s.), 固有洞 (→) の分岐及び吻合, 並に固有洞 (↔) は骨内膜に接して係蹄を作る. ×120

図14: 首側「メタ」部における固有洞の分布. ×55

図15: 6個の固有洞 (→) が吻合して6角形の網眼を形成. ×240

図16: 5角形の網眼を作る固有洞 (→). ×240

図17: ハヴァース管内の毛細血管 (→) と連絡する固有洞網眼 (↔). ×240

図18: 脂肪細胞 (f.c.) を圍繞する固有洞 (→). ×240

図19: 静脈洞と動脈 (→) との走行模様. ×120

図20: 首側「エピ」部の主幹洞 (m.s.), 集合洞 (↔), 及び静脈孔 (→). ×80

図21: 首側軟骨盤に分布する脈管, 即ち, 「エピ」部の骨層を貫通し軟骨下層 (s.c.) にて軟骨細胞に分布する毛細血管 (→), 「メタ」部固有洞 (↔) の軟骨細胞への分布. ×80

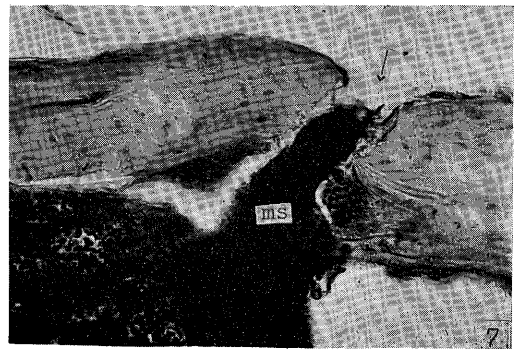
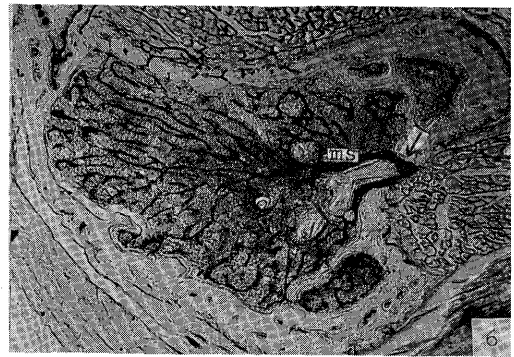
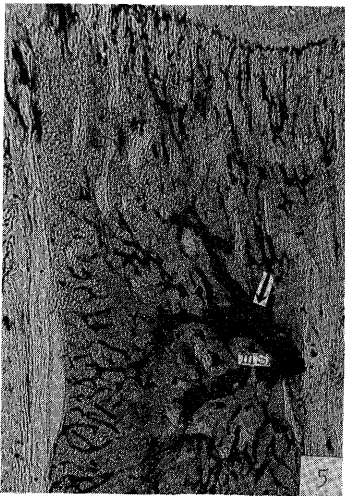
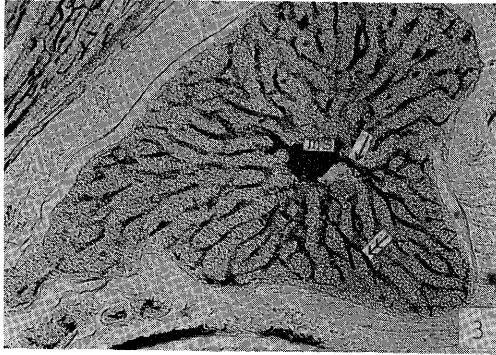
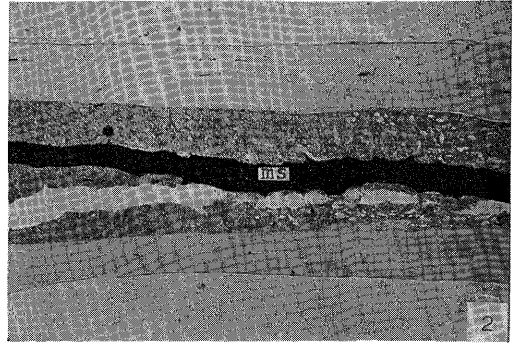
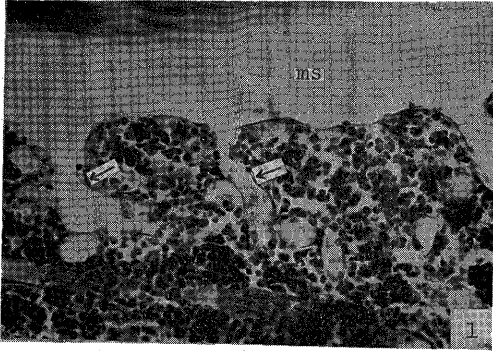
図22: 尾側「エピ」の主幹洞 (m.s.) が骨性となつた軟骨盤 (→) を貫通し連絡. ×55

図23: 脛 (t) 腓 (f) 骨々髓癒合 (→), 及び固有洞の吻合. ×55

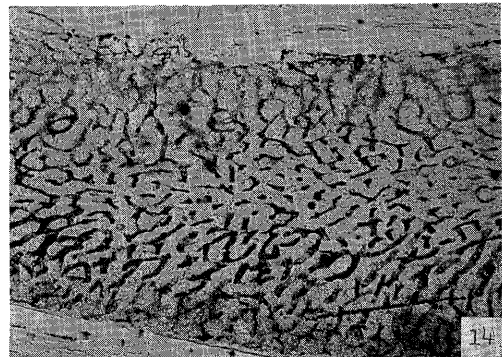
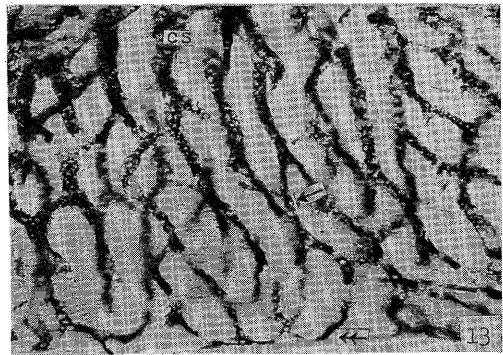
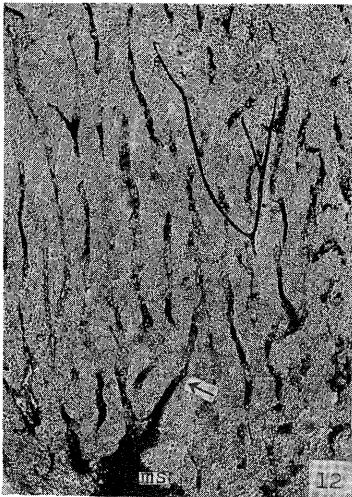
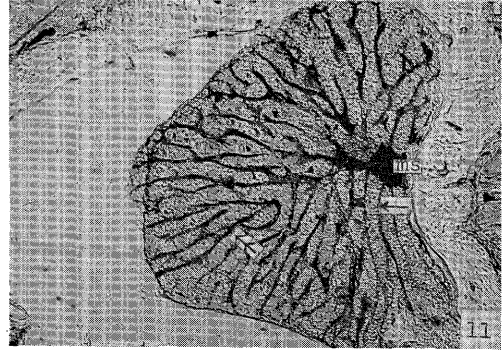
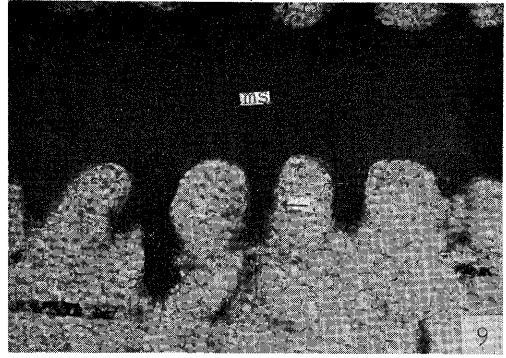
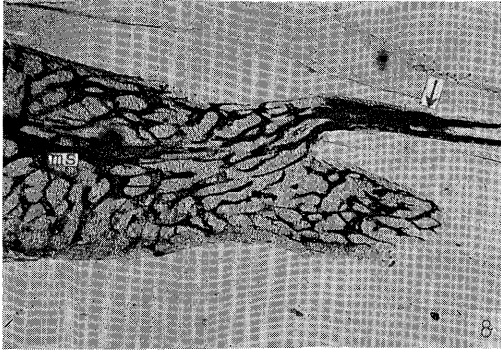
図24: 脛腓骨接合部の横断. (1) 脛腓骨々髓癒合 (→), (2) 脛腓骨々髓の分離. ×55

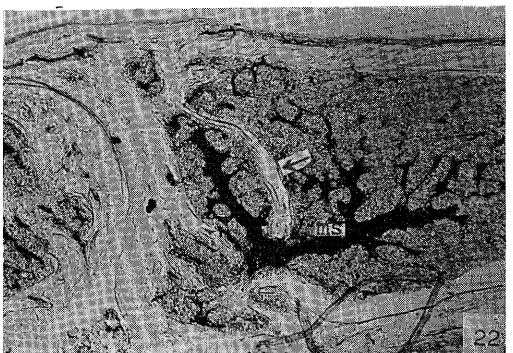
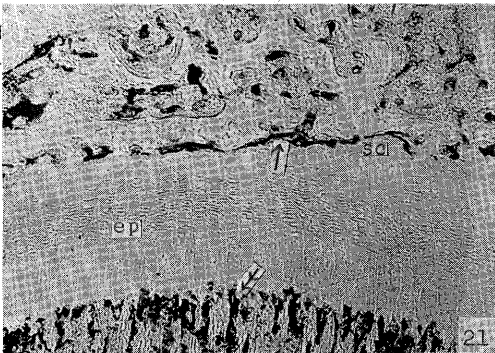
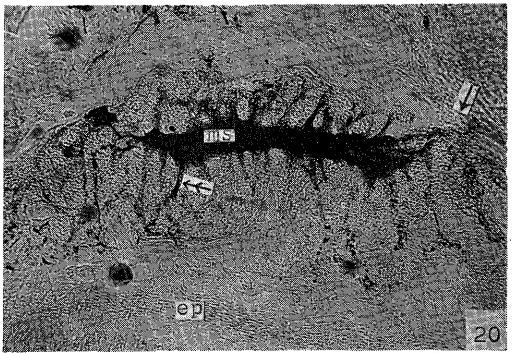
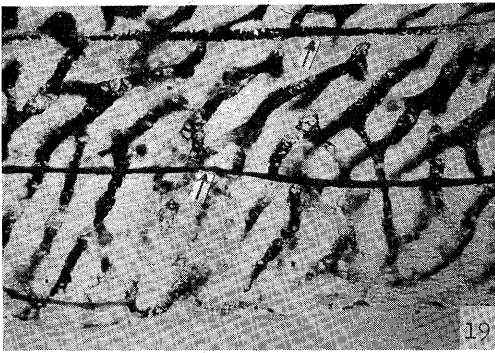
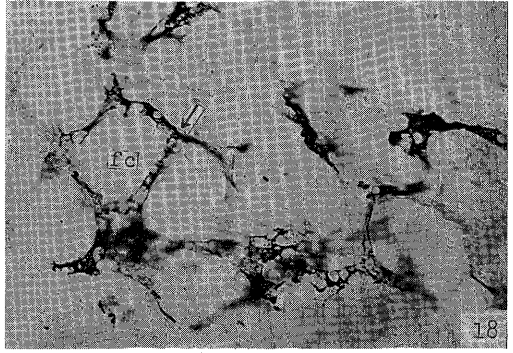
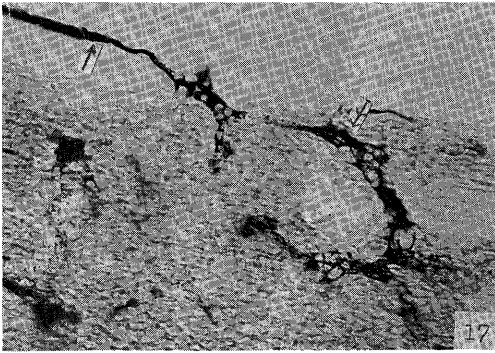
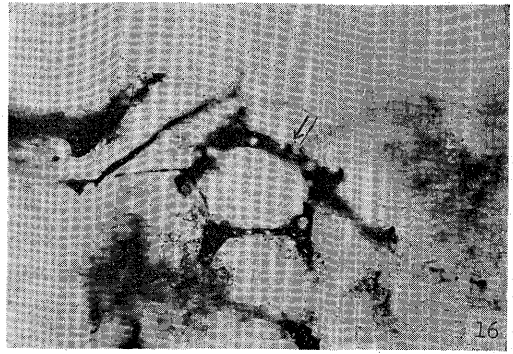
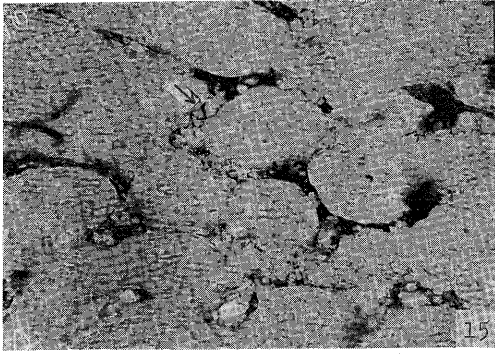
模型図 1: 成熟廿日鼠脛骨々髓内脈管系, 固有洞, ハヴァース管内毛細血管省略.

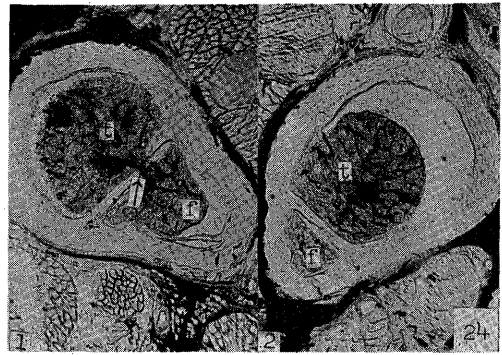
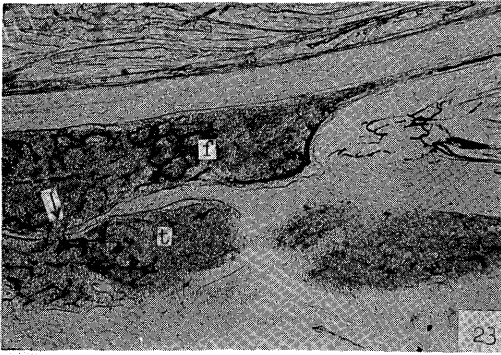
模型図 2: 固有洞 (i.s.) の網眼及び骨内膜 (e.o.) に接して係蹄を作る固有洞, 並に集合洞 (c.s.) の分岐模様.



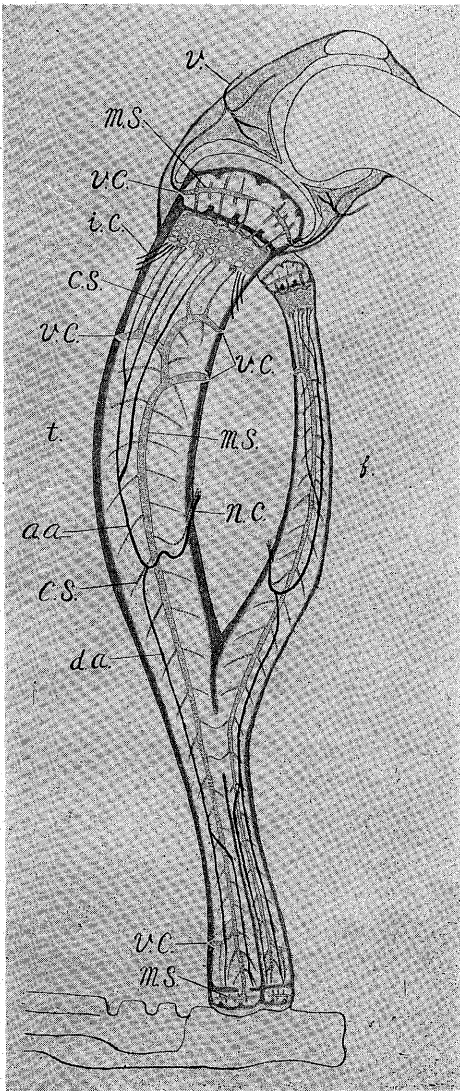








模型图 1



模型图 2

