人胎児骨格の発生学的研究

日本医科大学 解剖学教室 (指導 横尾安夫教授)

小 林 奏 一

Soichi Kobayashi

緒 言

人胎児の骨格を形成する軟骨の発生については、脊柱、上肢、下肢及頭蓋等の各部分についての個別の記載はあるが、全身について其相互的な関係につき触れたものは殆んどない様である。今この全身について軟骨化の過程を見ると、或る一定の順序があることは明らかである。これについては高木 (1958) によりその出来始めが明らかにされたのであるが、それによると、軟骨形成の準備期間は可なり長く、先づ Streeter の horizon XV の發育段階で始まる様であつて、この段階の胎児では、椎骨の軟骨化は殆んど問題にならないが、その上肢の上腕骨、下肢の大腿骨に相当した部分の軸性の密集組織中に、僅かに軟骨性の変化を起さしめんとしている様子が見え、この様な変化は次の horizon XVI で明らかに軟骨性の変化として認められるが、この發育段階では椎体にも軟骨化の像が明らかとなるけれども、其層は未だ薄くその間の密集層と殆んど同じ位の厚さであるが、その軟骨性変化は組織学的には上腕骨の軟骨性変化と同程度であり、未だその軟骨の部分の輪郭の明らかな点では二者とも同じである。故にこれをもつて前軟骨性とするのが適當であろう。従つて horizon XVII の發育段階にて始めて軟骨性骨格の發育が開始されると考えてよい。即ちこの段階に属する 9.5 mm 例では、第 1 及第 2 椎体及上腕骨の軟骨化の部分の輪郭が可なり明瞭となるからである。併しこの椎体、上腕骨は最も早く軟骨化する部分で、これに略々近い軟骨像を呈する部分として後頭基底、耳囊前庭部、第 2 頸椎椎体から第 12 胸椎々体、肩胛骨、橈骨、尺骨、大腿骨、脛骨、腓骨等を数えることが出来るが、夫々幾らかづつ輪郭の明瞭でないところがある。耳囊の蝸牛部、第 2 乃至第 6 頸椎肋横突起、第 1～9 肋骨、第 1～3 胸椎神経突起、第 1 頸椎～第 3 仙椎々体等の外、上肢に属する第 2,3,4 掌骨、骨盤を作る腸骨、坐骨及恥骨等は以上のものに一步遅れて軟骨化し始めつつある。此等の部分は未だ輪郭が明らかなでないから前軟骨に数う可きものとする、故にこの胎児の軟骨性となつて上腕骨や椎体を軟骨

化の第 1 段階とし、これより後の發育程度を次の horizon XVIII に属する 2 例の 12 及 18 mm 胎児について見ると、略々第 4 段階まで分けることが出来る。即 XVIII で第 1 段階に入る様に思われる諸部位の内、最も顕著な發育を遂げるのは上腕骨、尺骨、橈骨、大腿骨でありこれを第 4 段階とすると、第 1 段階との間に 2 段階を分けることが出来る、即第 4 に近い第 3 段階に属す可きものは、脛骨、腓骨、肩胛骨、第 1～6 肋骨等の外に全胸椎及第 6～7 頸椎の神経突起が椎体の軟骨化過程を越えてこの段階に達している。これに較べると椎体や頭蓋底は第 2 の段階に入る程度であり、ただ前段階で後頭部や耳囊前庭部のみしか軟骨性ではないのに、その他に楔状部の翼蝸牛突起の様な部分も既に後頭部と同様の發育を遂げており、尙第 1 段階の軟骨として眼窩翼、交叉下翼及 Meckel 氏軟骨等が現われている。又第 1 頸椎の前弓部もこの頃軟骨性となり始めている、と云う。

脊柱の軟骨化については、木村 (1956) の研究がある。それによると軟骨化の部位の輪郭が判りするのは Streeter の horizon XVI をすぎて XVIII に達する直前であり、部位は後頭部である。8 mm (M)、10 mm (U) 例は略々同じこの頃の發育段階で軟骨化のこれから起ろうと云う時期で未だ余りはつきりしていないものの、8 mm (S) 例は後頭骨後端の輪郭はこれを認め得るが、その前端は境界不明瞭なままゆるい頭部の mesenchym へ続く。後頭部軟骨は有対性に発生すると思われ、後頭骨後端の境界線が密集組織中に認められる例では、上方の頸椎々体の輪郭も幾らか明らかになつており、A. intersegment. の通つてゐる層の内側部の疎な組織層が次第に幅広く明るくなり、細胞は軟骨性を帯びるが、後頭部の様に密集組織内に輪郭のはつきりして来ると云うわけではない。しかしこの後頭部と同じ様な軟骨性の組織像が、椎体部にも進行しており、その軟骨化しつつある椎体部の頭側端の高さから外側に続く密集組織層は両側へ背側方は神経突起、外やや腹側方は肋骨の原基を形成し、後者は各原節の内側に接している。その發育は第 1 頸椎から下方へ次第

に及んで行くがその mesenchymal な密集組織塊が次第に発達して、その中に軟骨性の部分が出来て来る頃になると、神経突起が軟骨化するの、椎体部とは異なり、上方胸椎部に始まる様であつて、未だ頸椎のそれに軟骨化の始まらない、しかし既に椎体に軟骨像の現われている、9.5 mm 例 (XVII 前期) で第 1~第 3 胸椎の神経突起のみに軟骨化が始まつており、12.5 mm 例 (XVII 後期) では全胸椎で此が軟骨化しており同時に第 5~7 頸椎でもその神経突起に幾らか軟骨化が始まつているが、第 1~4 頸椎や腰椎には未だない。又この 12.5 mm 例の時期よりも後に、即 XVIII の時期になつて始めて胸椎の神経突起の肋骨に対する位置に mesenchymal の横突起を生ずる。椎体と神経突起との軟骨像は始め密集組織層で境されているが、その両部分が第 2 頸椎から第 5 仙椎まで軟骨化している例では殆んど全長にわたつて椎体から神経突起へと軟骨質が連続するという事である。この發育段階 XVIII は高木が上腕骨等で、第 4 度の軟骨化を認めているものであり、木村によると更らに進んで神経突起の軟骨化が第 1 尾椎にまで達する頃に始めて横突起が軟骨化している、且各神経突起の上下の間に関節の形成せられるのは頸椎部に始まる様に思われる。椎体外側から神経突起の突起している部分の腹側寄りの位置は、頸椎では椎骨動脈を取り巻く密集組織層の生ずるところであろうが、これが軟骨化して肋横突起を形成するのは神経突起の軟骨化が幾らか進行して後これを追つかけて進行する。第 7 頸椎の肋横突起は多くの場合肋骨小頭の様な軟骨塊の形で、その軟骨片の形は球形から細長いものまで色々あり、細長いものは頸肋と称すべきものになる可能性があるという。尚木村の調査例 15 例では例外なく肋骨は 12 対で、最初密集組織でその輪郭を生じて後軟骨化がその中に始まることは他の軟骨と同じであるが、その順序は第 1 から下方へと進行し、各々については小頭及結節部に始まつて腹側方へと伸長する。その肋骨脊椎端の軟骨性輪郭は始めは鮮明でないが、神経突起が第 1 仙椎まで軟骨化する頃には肋骨の方の小頭も結節も輪郭が明らかになる。反之横突起の軟骨化は今少し遅れる。この様な肋骨及横突起の変化も第 1 から下方へと進行して行くが第 11 及第 12 肋骨では軟骨化が遅れる丈でなく、この脊椎端の構造も上方のものに見る様な結節を殆んど欠如し、神経突起から延びる横突起も不明瞭となり、これとの間が接近しないままで終つている。腰椎の軟骨化は一般的に可なり遅れ、椎体、神経突起に次いで椎体外側に第 7

頸椎の肋突起に相当した位置に軟骨片が認められるが、これよりは可なり遅く、第 11 及第 12 肋骨の軟骨化に引き続いて生ずる。その mesenchymal の原基は早くから存在するが軟骨化は遅れるのであり、且その順序は甚だ不同である。仙椎でも椎体外側に密集組織が現れるが腰椎の場合とは異なり、この分節状の密集組織は肋突起の部分の輪郭を保存したまま第 1 から尾側方へと連続する様子があるが、尾側方へ次第に不明瞭となり、仙椎を尾椎から区劃は出来ない。この部分は未だ mesenchymal であるにも不拘椎体から神経突起にかけては早く軟骨性となつている。尾椎では第 1 のみに軟骨性の神経突起及 mesenchymal な肋突起を生じ、第 2 には神経突起のみ未だあるが、肋突起はなく、第 3 第 4 では椎体のみとなつているという。

頭蓋では後頭部が全身中最初に軟骨質の現われるところである事は木村、高木の記載から明らかであるが全体の形が出来て来るのは四肢骨よりも遅れている。今栗原 (1955) が horizon XVIII の 2 例 18 mm (a) 及 20 mm 例につき記載しているのを見ると後頭基底部、後頭翼の軟骨では大差ないが翼状板の原基は 18 mm 胎児では未だ mesenchymal の性格であるのに反して 20 mm では軟骨化して、その腹側端は paracondyloid process、頭腹側端は costal bar として終つている。後頭部に隣接する第 1、第 2 頸椎部を見ると 20 mm 例の枢軸歯は無対となつているが 18 mm 例の方では明らかに一対の軟骨化原基が脊索の両側に生じている。後頭翼は blastemal の頭頂板に続き、神経管の両外側を上方に延長しているが、背側で左右のものが連続する様子は 2 例のどちらにもない。軟骨頭蓋基板の後頭部と楔状部との境が幾らかくびれて細くなつており、その両側共に耳囊の蝸牛部に続き頭側方楔状部は軟背として凸起し、この軟背から前方は厚い軟骨層で楔状骨体の部分の原基となつている。Rathke 氏囊とその尾側方に隣接する下垂体後葉原基はこの軟骨層の背頭側面に接しており、この脳下垂体原基のために軟骨層の凹みを生じている様な様子はない。この厚い軟骨部の前端は左右に交叉下翼として突起し、この両外側に 2 例ともに少しく離れて、眼窩翼がある。楔状部前端は未だ密集組織性の鼻中隔へと続き、楔状部軟骨の外側からは交叉下翼の起る直ぐ後下方の表面から尙一対 Proc. alaris が出てその先は側頭翼となり、Proc. alaris から後方へ翼蝸牛突起が突起して耳囊に接近している。側頭翼は 18 mm では未だ小さいが 20 mm では可なり大きくなつている。18 mm と 20 mm

とを対照して見ると側頭翼は初め翼蝸牛突起に続き恐らくこれに遅れて生じ始めるが、後にはこれを凌いで大きく發育して行くものの様に思われる。基底板の左右に連続している耳囊蝸牛部は未だ mesenchymal であるが前庭部は全く軟骨性となつていて、蝸牛部に対して背外側の位置を占め、内面にも外面にも両部を境する溝を生じている。鐙骨原基は密集組織性であるが、砧骨及槌骨は 20 mm 胎児では部分的に軟骨化している。以上の所見から、Levi のいう様に頭蓋底軟骨の中心は飛び飛びに生ずるものの様であるという。

向上肢に就ては都築 (1957)、下肢については利根 (1958) の全般的な発生学的研究があるが此等の軸性軟骨が現われる頃には末梢神経の全体の配列は決定しており、血管原基の大要も、明らかにされているという。

著者は化骨の始まりつつある 18 mm(c) 人胎児について詳細に全身の軟骨骨骼を観察し、その 18 mm(a)、20 mm 例の全身の軟骨との関係を示すことが出来たので次に報告する。標本は横尾教授所蔵のもので、18 mm 例は 20 μ 20 mm 及 18 mm(c) 例は 25 μ の厚さの横断連続切片で Haematoxylin-Eosin 染色のものである。

所 見

18 mm(a)、20 mm 人胎児

頭蓋底部

後頭基底部軟骨は背側、即後から腹側即前方へ向つて正中線の脊索を中心としてその両側にあり、その後縁ははつきりした表面をもつ軟骨であるが、前方楔状部へ向つて 18 mm(a) 例では軟骨化が幾らか遅れているが 20 mm 例では殆んど後頭部と変らぬ状態である。この基底部の後端は左右に開いており、その正中位に挟まれる溝が硬間切痕であつて、ここを脊索が通つている。この左右に開いた軟骨の部分の左右の舌下神経が通り、それより外側の部分は軟骨面が後頭骨翼の部分に続くが、これも 20 mm 例では幾らか軟骨化しているのに反し、18 mm(a) 例では密集組織性である。基底部前方の楔状部は前方脳下垂体に面して終つており、その前端部から両外側方に Ala hypochiasmatica が突起し、その左右外背側方に Ala orbit. の軟骨片が現われており、2 例共に未だ輪廓が漠然としているが、18 mm(a) に較べて 20 mm 例でやや大きい。2 例ともにこれは交叉下翼に連続していない。耳囊蝸牛部の背側前外方寄りにある半月状神経節からは、三叉神経の第 1、第 2、第 3 枝が並んで出ているが、第 2 と

第 3 枝との間に Ala temp. の僅かに軟骨化の始まつている前軟骨性の密集層があり、これも輪廓が甚だ漠然としているが、20 mm 例の方が稍々明瞭になっている。眼神経は眼窩翼のすぐ外側にある動眼神経及滑車神経の外側で、背側の N. frontalis と、腹側の N. nasociliaris とに 2 分しているが、その分岐以前に 2 例共に、細長い涙腺神経が眼球の外上方寄りに出ている。その眼神経内側にある動眼及滑車神経はこれと斜に交叉している。左右 Ala orbit. の間には間脳の視床下部があり、その両外側面からそれぞれ外方へ向つて、眼杯基が交叉下翼の上前方の位置で外方へ出て幾らか尾側へ曲りながら外側へ延び眼球に達している。眼の部分としては網膜、水晶体、眼瞼壁等の構造は大體 2 例共同じく、眼瞼縁の壁も 2 例に大した差はなく眼球表面の大部分、即 2/3~3/4 の広さが未だ表面に向つて開いている。頭蓋底の後頭基底部の前端両側に接触して周辺が余りはつきりしていないけれど、密集組織性の耳囊蝸牛部があり、その後方は軟骨性に後外背方に続く耳囊前庭部となつており、その移行部上方寄りに前軟骨性の蝸牛部を顔面神経が貫通してその前外側面に出る、故にそこに形成せられている膝神経節は半月状神経節に対し位置が外後下方にずれる。その蝸牛部の下後内方向きに密集組織の稍々疎となつている部分が、耳小胞の蝸牛基上部皮に接して認められるが、18 mm(a) 例に較べて 20 mm 例ではやや明らかとなつている。これは外リンパ窓の始まりである。耳囊中にある耳小胞では既に 2 例共に前庭部の三半規管が独立しており、前庭部のみならず、蝸牛部の上皮に終る末梢神経も独立している。原始咽頭へは原始鼻腔が開口する。後頭基底部の後方へ続く外側部では、2 例共に 1 条となつている舌下神経が後内上方から前外下方へ貫通しており、軟骨は舌下神経管を囲んでいる。この舌下神経管の前上方後頭軟骨外側部と、耳囊との間、外リンパ窓直後の内頸静脈孔を通つて舌咽、迷走、副の三神経が頭蓋底の外に出る。頭蓋底を出るとすぐの高さで迷走神経の節状神経節が著しい膨大部を示し、その内方に内頸動脈が平行している。耳囊蝸牛部の上外側面にある膝神経節から続く顔面神経の神経幹は後方へと伸び原始鼓室外上側の耳小骨原基の密集組織中を通つて後方へ出ると、すぐ前内下方へと曲る。耳小骨中、鐙骨は 18 mm(a) 例では前軟骨性密集層として、20 mm 例では少し軟骨化が始まつて認められるが、その下後外側方に続く密集組織層は顔面神経の外側から下側、次でその内側に出て矢張り前軟骨

性の Reichert 氏軟骨となつて内下前方へ向い次第に左右のものが近接し舌下部に至つて左右連続しているが、その先の方では軟骨性となり始めている。この部分の前軟骨性及軟骨性組織も 20 mm 例の方が少しく進んでいる。鑑骨の下方前寄りから続く部分が砧骨であり、前者よりは軟骨化の像が 2 例共にはつきりしている。その前方にある槌骨は砧骨と同程度の軟骨化を示しているが、その軟骨性の部分の周囲の密集組織層の輪廓は 2 例共に不明瞭である。Meckel 氏軟骨は明らかに軟骨性となつて前下内方へ伸びており、18 mm (a) 例では途中で密集性となり消失しているが 20 mm 例では左右可なり接近して正中線に近く終っている。砧骨と槌骨との密集組織層中を鼓索神経が貫通している。

脊 柱

Atlas の前弓は 18 mm (a) 例では幾らか軟骨性の変化が始まっているが、未だ密集組織性であるのに反し 20 mm 例では軟骨性となつており、両端の massa lat. の部分は 2 例共に軟骨性となつている。枢軸歯の部分は 2 例共にまだその輪廓が明らかでないが、第 2 頸椎々体と同様の軟骨像を見せており、第 2 頸椎は椎体、神経突起共に同程度の組織像を示す軟骨となり、神経突起は背外尾側方へ伸び 2 例共に第 3 頸神経節を全く被っている。椎骨動脈は頭蓋基底後縁に沿つて、次第に外側へと移動しながら尾側へ延び、その尾側で Atlas の外側部の腹側に達し、この腹側面に沿いながら下降し、第 2 頸椎の神経突起基部腹側に達する。Atlas ではこの動脈の腹側は密集組織性であるが、第 2 頸椎では 20 mm 例のみで幾らかこの動脈の腹側も軟骨化している。これは胸椎では肋骨の出来る位置であるから肋突起に相当する。但 20 mm 例でも左側より右側の方が軟骨化が著明で椎骨動脈を囲んでいるが左側はなお密集層によつて囲まれている。第 3～6 頸椎に於ては、略々軟骨性の突起によつて囲まれているが、18 mm (a) 例では動脈を腹側から囲む軟骨性の肋骨突起の先端と神経突起基部から腹側に突出する横突起との間が密集組織性である。第 6 頸椎の横孔を出るとこの動脈は次第に腹側に移動している。第 3 頸椎から第 6 頸椎までは椎体、肋骨突起、神経突起等の構造に殆んど変りはない。但 20 mm 例と 18 mm (a) 例とは神経突起の太さ、長さに幾らか相違があり、前者ではやゝ太く神経節背側端まで伸びて少しく膨隆して終っているが、18 mm (a) 例ではやゝ細く殆んど神経節背側端近くまで伸びていて、膨隆せずに終っている。

第 7 頸椎について見ると、18 mm (a) 例では椎体外側から神経突起基部腹側にかけて軟骨性の小さい膨隆が出来ているのみで肋骨突起と横突起とを区別出来ないが、20 mm では肋突起が著明に發育して横向き楕円形の軟骨片となつて独立し、椎体外側に接しており、この肋突起と神経突起基部腹側に見られる軟骨性の横突起との間は密集組織層で境されている。

胸椎では頭側寄では椎体の大きさが、幾らか頸部より大きめになり、形が三角形に近づく、18 mm (a) 例では第 1 胸椎では全頸椎と同様に、左右の椎体軟骨中心を分ける背腹に向う密集層が認められるが、頸椎よりは更にぼんやりとしており、これより尾側の椎体には、ほとんどこの密集層は認められない。20 mm 例では頸椎から最早この層が消失している。横突起は神経突起の基部から腹外側に突起し頸部のよりは遙かに大きく肋骨に接しているが、然し中ほどから尾側へは次第に小さくなり、且密集組織性になつていること 2 例とも同じである。神経突起は頸部より大きく完全に軟骨化し、18 mm (a) 例では、脊髄神経節のほとんど背側端に近く、20 mm 例では背側端を越えるまで伸びており、その先端は頸椎程ではないが、幾らか膨れて終っている。その長さは尾側胸椎でも頭側のものと殆んど変わらないが、太さが少々細くなる。2 例共に第 1 胸椎から第 12 胸椎まで、12 対の肋骨原基が左右に認められるが、この肋骨原基は椎体の外側に接する小頭に始まり、外側へと太く伸び横突起の腹側に接しそのすぐ外側で直角又はそれ以上に腹側に曲る。その中央部からまた幾らか外腹側方向に、その先は腹側へと伸びているから、緩い S 字状の彎曲を示し乍ら左右が U 字形に相対している。尾側になると次第に肋骨の背側に向つての屈曲が鈍角になり、左右のものが腹側へ向つて広がっている、故に 2 例共に左右の肋骨原基は腹側端で近接も接続もせず、従つて胸骨の原基としては、その腹側端を頭尾方向に連続する密集組織層の外には考へられない。肋骨は椎体接続部が一番太く中央部から腹側へ次第に細くなつている。第 1 肋骨から第 9 肋骨までは肋骨背側端は椎体と横突起とに密集組織層によつて接続している。第 1 肋骨の長さは椎体から腹壁の距離の 1/3 以下で軟骨化は進んでいるにも拘らず長さは短かい、第 2 肋骨はそれよりは長く、第 3 から第 9 までは第 1 肋骨の約 3 倍の長さに伸びているが、2 例共に第 7 肋骨が最長の様に思はれる。第 9 肋骨の長さは、大体胎児体の矢状径の 1/2 に相当している様であり、18 mm (a) 例では、第 10, 11, 12 肋骨は大

体同じ長さで急に短くなり、皆第1肋骨の長さより短かく、發育も悪く軟骨化が不充分であるが、20 mm例では第1肋骨より短かいのは11, 12のみである。この最下位の2或は3の肋骨は椎体に、神経突起基部腹側で密集組織層によつて接続しているが、小さくなつて横突起とは接触はなく辛じて密集組織が両者の間に存在しているだけである。

腰椎は2例共に第1から第4までは尾側へ殆んど直線状に続いているが、第4, 5腰椎の部分から次第に腹側へと曲つていく。椎体の大きさは幾らか小さくなり、神経突起もその長さが短くなり、脊髄神経節を20 mm例では1/2, 18 mm(a)例では1/3しか被はなくなる。18 mm(a)例では、椎体外側から神経突起の基部頭側寄りへかけて、外腹側へと少しく伸びている密集組織性の突起が認められ、これは胸椎の横突起に相当する突起が主で、これに肋骨脊椎端の小部分が加はつていく様に見える形である。20 mm例では、第1及第2腰椎で椎体外側、略々第7頸椎で見られた軟骨片と同じ位置に、これより可なり小さい楕円形の軟骨片を見る事が出来るが、第3乃至第5腰椎ではその位置に密集組織塊を生じていて、横突起の密集組織層に連続すること18 mm(a)例の腰椎と同様である。

仙椎以下では彎曲が著明で椎体は次第に小さくなつて行き、神経突起は2例とも、軟骨性であるが腰部より更に短くなつており、椎体左右の突起は完全に密集組織性で軟骨化した部分は2例共に全く認められない。この密集組織層は、第1仙椎から第5仙椎まで太い脊髄神経前枝の外側で、2例共同じ様に癒合している。故に2例共に、仮りに仙骨が5個の仙椎で成るものとすれば尾椎は、18 mm(a)例では3個、20 mm例では5個を数へることとなる。その第2仙椎左右外側の密集組織の外側に、腸骨原基が近接している。尾椎は椎体甚だ小さく軟骨化も著明でない。脊髄神経節とその繊維は2例共に、第31番目まで認められる。

骨 盤

骨盤原基の見える高さは、18 mm(a)例では第20椎から第26椎まで、20 mm例では第18, 19椎中間部から26椎までであつて、全体としては頭腹側から尾背側に向つて、円柱形を呈している。脊柱は2例共に、第24椎から第26椎まで比較的強く腹側へ彎曲し、それぞれ尾側は殆んど水平に前腹側へと伸びているが、今各例について切片の連続を説明して見ると18 mm(a)例では、第20椎下縁の断面で左側恥骨原基が見え始め、21切片下方で右側の断面も見え始め、

前腹壁に沿つて次第に背尾側方へ続き、且厚くなりながら円柱形をなして伸びている。第21椎下方の部分で坐骨及大腿骨々頭が恥骨原基の腹側及腹外側に現れる、この切片の尾側方4切片で恥骨原基は腸骨原基に代つていく。第22脊髄神経前枝から出る神経はやゝ頭側寄りに腹側へ伸び、第21椎と第22椎との間の高さで、恥骨の内側から腹側を恥骨に沿つて曲り、腹外方へと伸びている。これが閉鎖神経である。第23脊髄神経前枝から出る神経は、上記の腸骨原基の背側部で第22脊髄神経繊維に吻合する枝を、第22椎のほぼ中央部の高さで出している。本幹はそれより次第に外腹側に寄り、腸骨の背側を越えて大腿骨背外側方へと走っている。故にこれは大腿神経と思はれる。この胎児でははつきりした軟骨性の閉鎖孔は全く見られず、閉鎖神経の尾腹側にやゝ密集せる組織が15~16切片続いていて、尾側方で腹側から背側へと坐骨に続いている。坐骨原基は尾側へ向つて腹背側方向へ長くなり、幅もやゝ大きくなり、それより再び尾腹側方へ小さくなつて消えてしまう。坐骨は軟骨化している部分として認められるものが15切片あり、その頭側方は恥骨及び腸骨と尾側方は腸骨のみと密集組織層によつて接続している。坐骨の背側でみえ始めて尾側へ続いている腸骨原基は、大腿骨々頭部附近では小さいが尾背側方へ向つて次第に大きく延びていて、内腹側から外背側へ長い楕円形をなしている。この腸骨の内腹端から腹側方にかけて坐骨が接続しているわけであるが、これ等の骨の外側は、股関節になつていて、その関節面は頭側方では鈍角に開いてゐるが、中心部には幾らか鋭角的になつていゝところが1切片あつて、再び尾側方へと鈍角に開いている。(Fig. 2, Pl. 1) 股関節の関節腔の生ずべき部分には、細胞が密集しているだけでそれ以上の分化は認められない。腸骨は尾背側へ向つて細長く伸び次第に小さくなりながら第26椎体両側へと接近して終つていくが、第26椎の横突起は未だ密集組織層であつて軟骨性は認められず、したがつて腸骨の軟骨とは接続していない。腸骨の最尾部から頭側へ約28切片にわたり、腸骨外側縁から背側へと密集組織層が延び広がつているのが認められるが、これは腸骨が背側へと發育しつつある状態を示しているものと思はれる。第26脊髄神経前枝はやゝ頭側へと、腸骨の内側縁を腹外側方へ伸び、第27脊髄神経前枝と吻合し共に外腹側方へ走つて行く、これは坐骨神経と思はれる。次に20 mm例について見ると第11, 12胸椎間部附近に於て、恥骨原基が最前側

から背外側へと続く密集組織によつて始まり、尾側へ向つて次第に背外側に卵形の軟骨断面となり、更に円形に変る。その前側には密集組織が、尙連続しているから恥骨原基が前側に向つて發育して行くのであろう。恥骨原基の内側から腹外側へと、恥骨原基に沿つて第 23 神経節から出る前枝の神経線維束が、前記の密集組織を貫ぬいて通つており、この神経は閉鎖神経と思はれる。密集組織は後に閉鎖孔を囲む部分であらう。第 2 腰椎の高さ附近で恥骨原基の腹側に背腹に細長い形で坐骨原基があらわれ始め、その外側に大腿骨々頭部が見え始めて来る。恥骨原基はそれから尾側で小さくなり、消えて 2 切片の密集組織層の後に腸骨原基に移行している。この部分で腸骨原基の背側に第 24 神経前枝は第 23 神経前枝と吻合した後に、腹側へと腸骨原基に接近し、それから外腹側へと通つている。これは大腿神経であらう。坐骨原基の軟骨はほぼ 22 切片にわたり見られ、腹背に細長く頭側と尾側とが小さく中間部は厚く大きい。腸骨原基は坐骨原基の背側にあつて厚さ大きさは坐骨原基よりは大きくない、唯だ尾側方へ延びているので全体としては大きい、尾側方へ楕円柱形に延び第 2 仙椎の左右に接近して密集組織によつて続いている (Fig. 4, Pl. 1)。第 3, 4 腰椎の高さで坐骨原基の尾側が終るが、その附近で腸骨原基の背側へ向う密集層が始まり、腸骨原基の尾側まで続いている。これは腸骨原基が背側へ向つて發育しつつあるのを示すものと思う。第 26, 27 神経節から出る前枝は神経孔を出てから頭腹側へと進み、吻合し腸骨原基の内側に達し、坐骨原基の尾側を通り外腹側へと走つている。これは坐骨神経と思われる。股関節面の断面は頭側及尾側は鈍角であるが、中央部では鋭角で丸味を持つている。

上 肢

鎖骨原基は 18 mm(a) 例では、その背側端即、肩胛骨の頭腹側の突端部の密集組織層から始まり、体壁に沿つて、やゝ頭側に寄りながら内腹側へ伸び最内側で両側が一つになつている様に見えるが、20 mm 例では反対に腹側端から見始めて外方肩胛骨原基に終つている。2 例共に密集組織層であつて、鎖骨に特有の変化が始まつている (Fig. 5, Pl. 1)。18 mm(a) 例の鎖骨に特有の変化は背外側端から全長の約 1/3 の部分に、20 mm 例ではやゝ長く約 1/2 の部分に認められ、内側方は密集組織層のまゝで、正中線で左右のものが連続している。肩胛骨原基は鎖骨原基の外背側端部から、18 mm(a) 例で約 50 切片、20 mm 例で約 82 切

片に渡り認められ、くの字形に腹背側へと延びる断面を示し、その最背側が椎体背側の線に達している。頭側は 18 mm(a) 例では第 6 椎、20 mm 例では第 5 椎中央部の高さから始まり、外側へ突起の向く「く」の字形の断面を示すのであるがその上端にある 3 個の突起の上端部が密集組織層となつて見え始め、尾側へ向つて最背側の突起、次に中央の外側方へ屈曲している部分にある突起、最後に腹側端の突起が認められ、その中央腹側寄りの突起の頭側に鎖骨原基が、連続しているわけである。この 3 個の突起の軟骨片は尾側方で相互に連続してくの字形の屈曲を示し、その外側方への屈曲部から腹側端へかけての外腹側面に、上腕骨原基の骨頭が接している。なお肩胛骨原基は関節の部分を除いてくの字形の腹側部は薄く、背側部は厚く全体として尾側へと次第に薄くなつてゐるが、尾側方で腹側部が次第に消え、背側端がやゝ外背側に伸びて内側方に凸起の向くくの字形を示し、次第に背側寄りに、直線状の断面が 2 例共に第 9 椎の高さで終つている。上腕骨原基は 2 例共に非常によく發育し、太く軟骨化が著明であり (Fig. 1, 3, Pl. 1)、近位、遠位両端は著明に膨隆しており、肩胛骨原基に接している部分から外腹尾側方へと、太く体壁外へと伸びている。その遠位端頭側寄り、先づ橈骨原基と接続し、尾側方で尺骨原基と接続している。橈骨原基遠位端部も上腕骨と同様著明に、太く軟骨化し、やゝ内腹頭側へ伸びている。

その尾側にそつて尺骨原基が、橈骨より細く上腕骨原基に接続して、頭腹側に伸びている。その末梢には 2 例共に、豆骨を除き中心骨を入れた 8 個の腕骨、5 条の手中骨の外には、基部の指骨の軟骨が認められるのみである。

下 肢

2 例共に骨盤の股関節部で、大腿骨原基骨頭が始まり、頭外腹側方へと突出している。上肢の上腕骨原基の様に、この大腿骨軟骨も両端が大きく膨隆しているが上腕骨ほど太くはない。2 例共に大腿骨遠位端部の頭側寄りに脛骨原基が接続し、尾側寄りに腓骨原基があるが小さい。且 2 例共に脛骨、腓骨原基は内腹頭側に伸び、且脛骨遠位端は中央が凹んでいるが、20 mm 例ではこれを包む密集細胞層が著明である。足根骨の部分は 2 例共に密集組織性で、2, 3 の群を分ける事は出来るが、独立した軟骨中心を決定し難く、中足骨は 5 条軽度の軟骨化を見せてゐる方で、他の趾骨の密集組織は余り著明ではない。

18 mm(c) 人胎児

外形上、頸部及腰部はそれぞれ彎曲している、上下肢はやゝ長くなり、全身的に骨化が始まり、手指骨の軟骨原基は完全に出来上り、それぞれの軟骨原基の間は明瞭に関節の部分の層を挟んでいる。眼瞼襞は深い溝を形成し、瞼縁は未だ少し開いている。網膜、水晶体も出来上り、鼻嚢ははつきりしたアーチ形の軟骨性の外板と鼻中隔とから出来ている。上顎に化骨を生じ原始鼻腔は咽頭へ開口し、膜性迷路の概形及末梢神経は出来上っている。その他鎖骨も外半部を除いてほとんど化骨している。これ等の所見によつて見るとこの 18 mm (c) 胎児は軟骨性骨格が一応完成されたもので、化骨現象の開始された許りの状態である。

頭蓋底部

今その軟骨性骨格の概形を見ると、頭部では、後頭基底部分は尾側方の広がった三角形をなし、その前端は左右の耳嚢の間の狭い部分となり、再び少しく広がって楔状部となる、楔状部上面には下垂体原基を容れている凹みがある。その両外側の Ala hypochiasmatica に Ala orbitalis が続き、その連続部の前方を眼杯茎が通り、まだ視神経孔は完全には囲まれていない。そのすぐ後下方寄りには Proc. alaris が出ており、これから後方へ出る Proc. ali-cochl. は可なり大きく、耳嚢蝸牛部前端に接している。側頭翼は完全に軟骨性となつて、上顎神経を囲んでおり、辛うじて内側方 Proc. alaris へ続いている。耳嚢は蝸牛部も軟骨性となつており、その前庭部周囲から背尾側方に板状に広がって、上方端が薄くなつて終つている軟骨性板の部分

18 mm (a) 胎児骨盤

20 mm 胎児骨盤

18 mm (c) 胎児骨盤

分が後頭翼の頭頂部に続き、その後方へ左右から延びた軟骨が細くなつて正中線で結合している。これが Tectum posterius である。軟骨性耳嚢の左右外側に 3 個の耳小骨の軟骨が大体出来上つた形をなしており、Meckel 氏軟骨が槌軟骨に続いている。Meckel 氏軟骨は尾腹側へ向い、細長く伸びて正中線で反対側と厚い密集組織層を以て接している。後頭骨基底から背外側方へ伸びている部分を舌下神経が前外方へ貫通している。又 Meckel 氏軟骨のやゝ背側に、これと略々平行して Reichert 氏軟骨がある。その軟骨の性質は Meckel 氏軟骨と同じであるが可なりこれよりも細い。その上端は極めて細く鐙軟骨へ接近しながら耳嚢の軟骨へ連続している。鼻腔を左右境する鼻中隔の左右には上方で続くアーチ形の軟骨性の外側板がある。上顎及下顎では化骨板が認められるが、其以外に頭部に化骨しつゝあるところはない。上顎の骨板は上顎骨原基と顎間骨原基とが連続している様に思われ、(Fig. 10, 11, Pl. 3) 大体後外方から前内方正中面まで切れ切れながら続き、下顎の骨板は Meckel 氏軟骨の外側に沿うて下顎の正中部に達し (Fig. 12, Pl. 3), 軟骨が左右接している部分の外側まで骨板も達しており、頤神経の通る溝が上縁に出来ている。

脊柱

第 1 頸椎 Atlas は前弓極めて細く、両外側部の軟骨塊の前方を椎骨動脈が通つて下降している。その後弓は見えていない。第 2 頸椎以下は椎骨動脈が完全に軟骨性に囲まれており、神経突起はよく発育し、脊髓神経節を完全に被おつて、神経管の背側端の近くに達し、その末端は少しく膨隆して終る。この神経突起が椎体から出ている腹側寄りを、椎骨動脈が通っており、尾側方第 4 椎骨に達し、この第 4 椎の肋横突起を通ると此から次第に腹側へと椎骨動脈は出て行き、第 5 椎骨の高さからでは、その肋横突起の腹側にずれている。第 5 頸椎では、神経突起の基部腹側に密集組織層で接している小さい軟骨性の横突起があるが、尾側方へと次第に椎体外側方へとずれて開孔を囲んで 9 切片ある。その尾側方 3 切片には境の密集組織層を欠いて椎体から突起へと軟骨質の連続を示し乍ら終つてゐる。第 6 頸椎でも神経突起基部から軟骨性の突起即横突起の構造が突出しているが、これは密集組織層で境される構造は極く僅かで、殆んど軟骨性に続き尾側方へと第 6 頸椎々体の前外側部に続く、これも明らかに開孔を囲んでいる。この椎体の前外側に続く部分の最尾側の 1 切片のみが密集組織層を示している。この

開孔を囲む軟骨片の後頭背側部は横突起、前尾腹側は肋骨突起と思われる。第7椎骨では神経突起の基部から横突起が出ていて肋骨に接している。この肋骨は第7椎々体面外側と、この横突起の先端と2ヶ所で接触しているが、その末端は胸骨までの距離の半分位で終わっている故に、これは頸肋(Halsrippe)と思われる。この尾側方に11対の肋骨が胸郭を囲んでいる。

今胸骨の部分を見ると、頭方から左右1対の小さい丸い断面が接触して見え、此等は尾方へ間もなく四角形の梢々大きい1対の断面が矢張り正中線で、微弱な密集組織層で境されている形になる。この部分で鎖骨の内側端が密集組織層により接触している。鎖骨の下方では四角形に見える断面の軟骨が、外側方へのび、途中から密集組織層で境される第1肋骨として背側方脊椎椎骨に達する。次の第2肋骨は四角な軟骨片が腹側へ伸びた先に始まっている。従つて胸骨と第2肋骨の胸骨端とはU字形に腹側方へ突起し、矢張り密集組織層で境される。以下第6までの肋骨は殆んど同様であるが腹側方への彎曲は弱くなり乍ら、頭尾方向に連続している胸骨原基に連続し、この左右の胸骨原基は第3肋骨の高さまでは、左右が密接しているが、以下次第に左右が離れている。第7はやや外側で第6に接し、第8は更らに外側方で第7に接触しており、第9は最早第8に接触せず離れたまゝで、胸郭の周囲の前方1/3に終り、第10肋骨は胸郭の周囲の半ばまで、第11は更らに短く終わっている。その次の第19椎体に附属する肋骨突起に相当する位置には、極めて小さい軟骨片が密集組織層をもつて境され乍ら約9切片に認められ、この尾端は1切片後外方に伸びて終る。これは最早や肋骨の性格を示していないから、この椎は第1腰椎と考へる可きものである。この肋骨突起に相当している軟骨片は、下方の腰椎程大きくなるが、同時にその位置がずれて来て、横突起の性格を示している。例えば、この第2腰椎では密集組織層をもつて椎体から神経突起へかけて4切片にわたり広く接して腹側方へ出る突起があり、その末端は頭側方へ椎体の外側に、これから離れて11切片にわたつて突起している。第3腰椎のこの突起も、大体第2の場合と一致し、第4腰椎では少しく頭側方への突起が小さく、5切片認められ、第5腰椎でも第4より更に小さく4切片となるが、此等の突起末端の頭側方への突起と椎体との間を、脊髄神経前枝、突起の外側を後枝が通っている。この様に、この突起は第1腰椎では寧ろ肋骨突起の性格であるが、第2以下では横突起の性格が強

なっている。第1腰椎では、この寧ろ肋骨突起という可き構造が10切片見えていることは前述の通りであるが、その全形は単に密集組織性の層によつて椎体の神経突起への移行部腹側に接触している丈で、第2腰椎以下に見られる上方への突起はない。第1乃至第5仙椎は、第1腰椎の肋骨突起、或は第2乃至第5腰椎の横突起に相当している部分が上下に会して軟骨性の仙骨の性格を示し、第3仙椎から脊柱の尾側部は急速に腹側へと曲り、第32椎即第4尾椎まで認められる。第3仙椎から尾側方は椎体の腹背の幅は次第に小さくなり、第1乃至第5仙椎(24~28)は肋横突起の部分が密集組織の境界なしに軟骨性に連続しているが、第29椎とは肋横突起の部分で幾らか接近しているが連続はなく、従つて第29,30,31椎即第1から第3尾椎までは、外側部に連続するところがなくて各椎体上縁がやや伸びた左右に細長い三ヶ月形の断面をなしている。神経突起は仙椎でも可なり長く突起しているが、次第に下方で短くなり、尾椎でも第1及2まで突起している。第3及4尾椎は厚い円板形で終わっている。脊髄神経節とその線維は第31番目まで認められる。

骨 盤

骨盤の高さは第20椎から第26椎までの間に位置しているが、脊柱は第24,25椎あたりから次第に腹尾側方へ彎曲し、第26椎以下は全く背側から前腹側へ向つて水平に終わっている。第20椎の高さの切片で最腹側に左右離れて、それぞれ頭側方に向つて尖っている1対の突起の断面が見え、(恥骨縫合部)それぞれ尾側方へと前腹壁に沿つて9~10切片続き、次で先づ左側、次で右側が背外側方へと伸び始めて、尾側へ10切片程で背外側に細長い断面を示すが、この恥骨の細長い切断面は第21椎の高さで背外側方腸骨に連続する。この恥骨の断面の最頭側部は左右のものが接近しているが、厚い密集組織層によつて接触しているというのではなく、左右は少しく離れており、その間は、左右の軟骨表面の密集組織が連続しているという構造で、特別に密集層が左右の間に出来ているという構造ではない。腸骨の断面は、その最背側端部がこの連続部より1~2切片頭側方から見えているが、この背側端部と細長い恥骨断面とが連続する縁には低い波状に2個の隆起を認め、その1個は恥骨、他の1個は腸骨の部分に属する。この様に恥骨が腸骨に続くこの連続は殆んど同じ厚さの腹内側から背外側に向う直線状の断面であるが、背側方の腸骨の部分の最背外側端は背腹に向つて少しく肥厚していて、その外側面は大体

背腹方向に向う一直線の平面の断面を示している。今この連続の断面を見ると、その中央少しく腹側寄りの部分が少々厚く且少し細胞核の密集している層で、背腹に二分されており、この部位で軽度以内背側へ向つて屈曲している。この部位が恥骨と腸骨との接触部であり、外面は股関節の凹みの原基である (Fig. 7, 8, Pl. 2) この凹みはその面の断面が殆んど直角を示し、その凹みに対する骨頭の断面も殆んど直線状であるが尾側寄りには少しく丸味を帯びている。恥骨と腸骨との境界の細胞核の密集している層は、この関節窩の中央部で少々不明瞭となつていところから3切片位ある。それより尾側方へは密集組織層の平面断が頭側方で恥骨の断面の見えている部分に現われて、その尾側方の断面に再び軟骨層が現われ、背外側方を占める頭側方からの腸骨の連続と僅かに認めることの出来る密集組織層によつて境する。これが坐骨の原基である。この坐骨の原基は閉鎖孔の背側縁を境しており、閉鎖孔の開口は恥骨の断面の途中から現われている。その開口背側の恥骨部は、腸骨に続いている部分であるが、開口腹側の円い小さい断面は軽いくびれを持つて外前方へ少しく伸び、この伸びた部分が尚も同じ位置に丸い断面として尾側方へ続き、腸骨に続いている坐骨の部分と閉鎖孔の尾側に続く、この閉鎖孔の部分は22切片ある。閉鎖孔の腹側ではこのくびれの位置が両者の境と思われ、恥骨の方が内背側、坐骨の方が外腹側に位置して両者は密集組織層で境されている。第3腰神経前枝が主となつて閉鎖神経を形成する。閉鎖孔の尾側端の切片では股関節の尾端部が、尙見えているが、これから5切片尾側方で背外側の腸骨と、腹内側の坐骨とに分れて *Incisura major* を囲んでいる部分となる。これから尾側方22切片で坐骨原基は消失するが、この消失する坐骨の尾端から6切片頭側方でその腹側方から2切片程続く小さい突起を尾側方へ向つて突出している。これによつて *Incisura minor* が囲まれているわけであつて、その腹側を境する部分は *Tuber ischii*、背側を境する部分は *Spina ischii* である。*Spina* の隆起の方が *Tuber* のそれより大きい。腸骨の脊柱への接触は *Inc. major* の部分の断面が現われてから後、5切片尾側方で第1仙椎即24椎横突起の頭側方への先端が現われ、これに腸骨断面が直接している。この第1仙椎横突起の頭側方への突起は6切片ほどで、椎体の神経突起への移行部の腹側に続く。第1仙椎のこの突起と腸骨との接触は約20切片にわたっているが第2のそれとの接触は6~7切片に

すぎない。但この第1, 2の区劃は第1腰神経前枝の高さによるもので、軟骨質は境界なく続いている。この外側部は5個仙椎が軟骨性に続いているが、椎体の部分は上方の椎体の場合と同様に密集組織層に境されている。仙腸関節原基の尾側端で、腸骨断面がなくなつていのではない、尙その断面は脊椎の外後方へずれ乍ら10切片内前方から外後方へ長軸の向く楕円形を示しながら消失する。なお股関節の部分は全部で33切片あつて、第21椎体下縁から第22椎体下縁の高さにわたり、関節窩と骨頭と境する密集組織層の断面は頭側方では殆んど直線状で直角を挟んでいるが、尾側方ではやや丸味を帯びている事は前述の通りである。この状態には左右別がない。左側では三骨原基の境は右側よりも少々鮮明を欠いており、軟骨の厚さは左より右側の方が幾らか厚い。

上肢

上肢原基は第4椎の高さから右側の肩胛骨が見え始め第10椎の高さまでで終る。鎖骨外側端に接する部分が長軸を外前方から内後方に向けている卵形として肩胛骨が現われ、14切片尾側方で肩胛骨背側端の断面が前後方向に長軸を向けている楕円の形で、頸椎神経突起のすぐ外側に現われる。その下の第5切片目に上腕骨々頭に接する位置に第3の丸い断面が腹側寄りに現れ始め、次第に肩関節の形を示して来、第3の断面が現われてから12切片で第1及2の断面が先づ連続して後内方から前外方への細長い断面となり、その尾側7切片目にて第3の関節の部分と連続する。故にこの肩胛骨断面は第1肋骨の外側で、これよりも少し背側寄りの位置から腹側方へ背側端を少し外方に彎曲させて細長く伸びている。この屈曲に対して腹側方上腕骨々頭に接している部分は、内腹側方向に傾いているから断面の形がS字状を呈す。肩胛骨には化骨現象が略々その中央部に20切片にわたつて連続しており (Fig. 13, Pl. 3) 脊柱の第6及第7頸椎の高さに相当している。鎖骨はその肩胛骨上縁中央の突起の内側に接し、次第に腹側内方へとやや尾側へ下がりながら伸びて行き、腹側中央部で胸骨に接している。その前端的の小部分及後外方を除いて、可なり化骨しつつある (Fig. 9, Pl. 2)。肩胛骨上縁最腹側の突起の外方に太くよく發育した上腕骨の近側端が接している。上腕骨もその骨体部が可なり長く化骨して認められる (Fig. 6, Pl. 2)。上腕骨の遠側端には先づ橈骨が接し、その尾側方の切片で尺骨と接している。橈骨原基には11切片、尺骨原基には17切片化骨している部分が斜断さ

れている (Fig. 14, Pl. 4)。尺骨の近位端は第 10 椎の高さに相当している。橈骨と尺骨とは上腕骨と接する位置からやや内腹側へと伸び、その遠位端もやはり橈骨が頭側、尺骨が尾側に終る。その末端には 8 個の腕骨が完全に軟骨化して、出来上っているのみならず中心骨 *Os centrale* が大小多稜骨有頭骨、舟状骨月様骨に囲まれて左右とも存在しているが (Fig. 15, Pl. 4) 其等の軟骨は前腕骨や中手骨程には分化していない。その尖端に 5 条の中手骨が認められ、その表面は腕骨表面と著明な関節の構造を示している。基節、中節及末節の指骨原基もそれぞれ 5 条、これに続いて出来上っている。即手指の軟骨は全部完全に出来上っている。

下 肢

下肢原基も右側から見え始めており、右側の大腿骨々頭は骨盤と接しその間に密集組織が存在するが、その組織層には関節の構造への分化の様子は無い。大腿骨も中央部に 17 切片にわたり、化骨している部分がある。大腿骨は頭腹外側方へと伸び、遠位端は膨隆して尾側へ広がり、全体としてゆるやかな S 字形をなしている。その遠位端の頭側に脛骨の原基が接している。脛骨の遠位端は腹内尾側へと伸びていて、脛骨の中央部でやや内側へ軽く屈曲しており、この骨は 15 切片にわたり化骨している。脛骨の遠位端は三つの短かい突起になって終つていて、この 3 突起部は内、腹、背の相互的な位置を占めている。脛骨近位端部の尾側でこれに接し乍ら腓骨厚基が始まり、脛骨と同様に近位部はやや幅広く尾側へと円柱形となりながら、脛骨のやや背外側にこれと平行しており、中央部では互に可なり離れているが、次第に接近しながら遠位端へ伸びて行き、脛骨遠位端よりも少しく尾側へと突出して少し内側方に向つて終り足骨と接している。腓骨には脛骨の場合の様な屈曲が明らかでなく、化骨点も存在しない。足部では 7 個の足根骨原基は完全に出来上っているが、第 1 楔状骨は背鰭 2 個の軟骨片から成っている (Fig. 17, Pl. 4)。その先にある 5 条の中足骨の軟骨も輪廓が明瞭となつているが、その末端には 5 条の第 1 及第 2 趾骨の原基を認める事が出来、第 2 乃至第 5 趾の末節は未だ密集組織性である。

考 案

人胎児の軟骨化の始まりは高木によると Streeter の horizon XV であるという。今その図附にて、その發育段階の胎児の上肢の切片について見ると、その軸性の密集組織は、それまでの単純な密集状態ではなく

て、円形の少しく周囲から区割される部分が現われていることは確かであるが、その区割の部分には軟骨性変化として、認めることの出来る変化が現われていない。故にこの部分に軟骨化が始まるという前触れの状態として、これを軟骨化の始まりと考えたものであろう。この同じ發育段階の胎児の後頭骨及脊椎の状態を注意して見ると、木村の論文の附図 1, 6 mm (I) 例に見られる様に脊柱の密集層の間に介在する疎らな層は、後に椎体の軟骨性変化の起る部分であるが、周囲の組織との間に何等特別な軟骨性を思わせる部分として区別される様子は現われていない。幾らか軟骨性の性格を示す組織像は次の發育段階 horizon XVI の胎児で始めて見られ、上腕骨の像と全く同一に現われている。然もこの段階ではその様な軟骨化の点が現われる丈で軟骨化する部分の輪廓は未だ不明である。この状態は後頭骨及上位椎体、上腕骨、大腿骨等に先づ現われ、上、下肢の他の骨は、密集組織性に現われている。今この發育段階の神経の發育を見ると、脊髓神経の枝は横隔膜神経を始めとして上、下肢の主要な枝は皆大体末梢部まで伸びていて、Bardeen and Lewis (1902) の云う様に必ずしも骨格の構造が神経の侵入に先行するのではない様で、少くも両者は平行している。此等の著者によると骨格の分化は肩または腰の部分に始まり遠位及近位に伸びて行き、前肢は第 6 週の終り、後肢は、第 7 週の終りに主要構造が完了し、血管の侵入は神経の其れに先立つと云うことである。前肢が後肢に先行することは確かであるが、その前後する時間的關係は可なり短かく、1 週目の差がある様には思われなことは、同一個体の上下肢を比較して見れば分ると思う。尚脊柱の軟骨性の發育は後頭部第 1, 2 椎が最初で、上下肢の最初の軟骨化と同一時期であるが、これから後の軟骨の發育は頭蓋及脊椎では上、下肢に後れていることは、注意すべき現象である。又血管の神経に先行するとの Bardeen 等の所見も正当であるとは思えず、血管原基は既に早くから血管網の形で現われているが、それが系統的な脈管として心臓から末梢へと連続する変化は遙かに後に、末梢神経の伸びて行く頃に現われるものであつて神経と血管との両者には、平行的な關係がある様に思われる。Peacock (1951) によれば、椎体の軟骨化が 10 mm 人胎児に始まるとの事であるが、その図附 1 の 10 mm 例の組織像を見ると、木村の 8.0 mm (M) 及 (S) 例に近似している。即 horizon XVI の段階の比較的後期の胎児であると思われ、この Peacock, 木村の図を

高木の論文について見れば、その 9 mm 人胎児の椎体の像に略々一致している訳である。これを高木に従つて 1 度の軟骨とすれば、著者の 18 mm(a) 及 20 mm 人胎児の椎体は高木の 2 度の發育度を示すに反し同じ胎児の上腕骨及大腿骨はその 4 度に近い發育度を示している訳である (Fig. 1~4, Pl. 1)。今この辺の軟骨像を比較して見ると著者の 18 mm(a) 及 20 mm の 2 例の上腕骨、大腿骨を始めとする若干の骨の軟骨像は高木の 4 度の軟骨像に少しく及ばない様に思われる。故にこれを 3, 4 の中間像として一括して見ると、著者の 3 例中最も發育の進んでいる 18 mm(c) 例の椎体は矢張り 4 度に及ばない状態であるが、肋骨、脊椎神経突起はこれより少しく發育が進んでいて、大体 4 度に達している。尙其他に Meckel 氏軟骨 (Fig. 12, Pl. 3) 耳囊前庭部、頭蓋底の後頭部及楔状部、腸骨 (Fig. 8, Pl. 2) が同じ發育度に達している。然るに 20 mm 例で最も軟骨發育度の進んでいる上下肢の骨 6 種即上肢の肩胛骨、上腕骨、橈骨、尺骨、下肢の大腿骨及脛骨は皆、この 18 mm(c) 例では化骨が進行しており、その化骨の進行している部分の周囲の軟骨の組織像を見ると高木の 4 度の軟骨像に較べて一層細胞間質の發育よく細胞間の間隔が大きくなっている。故にこの種の化骨の起つている軟骨を第 5 度の軟骨として第 4 度から区別する事が出来る。この化骨の現象は以上の軟骨性の骨のみでなく、他に鎖骨、上顎骨 (Fig. 10, 11, Pl. 3)、顎間骨、下顎骨 (Fig. 12, Pl. 3) にも始まっている。此等の部分の化骨像は割に進行しており、下顎骨では Meckel 氏軟骨の殆ど全長にわたつてその外側に生じている。上顎骨でも殆ど連続して、顎間骨の部分に達して、上顎、顎間の両部を区別出来ない。Shepherd and Mc Carthy (1955) は 4~5 週から 10 週頃までの人胎児 17 例について、上顎骨及顎間骨の發育状態を見ているが、それによると上顎骨は 6.5~7.5 週例に 1 個の化骨点から始まり、顎間骨は 7.5~8 週頃に 3 点から始まり、両者は 8~8.5 週頃に癒合するものであろうという。著者の場合は後外方から前内方へ殆んど一続きに化骨層が連続していて、はつきりした区別は出来ないし、前内方は正中線に近く終つていて、明らかに顎間部も続いていると認めざるを得ない (Fig. 10, 11, Pl. 3)。頭蓋の部分では、この上顎と下顎との外には化骨の始まっているところはないが、今一つこの 18 mm(c) 例で化骨の起つている部分が、鎖骨である。この鎖骨の化骨も可なり進行しており、その全長の前方寄りの部分に著しい化骨が

他の長骨の場合と同様に進行しているが、そこから後方へは、この鎖骨の輪郭に従つてその内側方表面が貝殻状に厚い板状に骨組織が伸びていて、その前方外側へと結組織性の部分に化骨が進行せんとしつゝあるかの様に見える (Fig. 9, Pl. 2)。その化骨及周囲の組織像を見ると、上下顎の場合と同様に dermal の發生を見せつゝある様であつて、その点は Hanson (1920) の記載するところに一致するが、Hanson によると、化骨点が 2 現はれるとの事であり、その 2 個の化骨中心が、その論文の図附 1 の 3 に図示されている。この図の内方の化骨点は大体著者例に一致しているが、外方の其は稍々相異している。即この図によると、著者例の場合の様な貝殻状の形としては現われない事となるので、鎖骨の化骨現象については、尙今後の資料に待つ外はない。この骨の化骨する以前の組織像は Fig. 5, Pl. 1 に出ている様に独特の像を呈し、他の軟骨性の骨格の組織像とは同例に取り扱う事は出来ない。

脊椎の原基では椎体の軟骨の分化はその椎の神経突起より遅れていることは前述の通りであるが、頸椎の肋横突起は椎体より一般に遅れて軟骨化し、これと略々平行して分化する。腰椎の肋突起は遅れて發生する許りでなく頗る不規則で、椎体との間に密集組織層が後まで残る軟骨片として存在し、その椎体及神経突起に対する位置から云つて横突起との間に劃然とした区別が出来ない様な形がある。従つて此等の軟骨性の突起は出来上つた骨格の突起に、そのまま相應せしめて考へることには無理がある様であり、恐らくは化骨を待つて始めてその發生を考へるのが無難であらうと思われる。仙椎では腰椎に見られるような肋突起とも横突起とも受取れるような、椎体から神経突起へかけて、その外腹側に続く軟骨性の突隆が上、下に境界なく連続して椎体部との間に、脊髓神経前枝をとり囲んでいる。勿論この場合は分節構造であること、上位の椎体と同様であるが、此外側部の上下に連続している部分の軟骨は殆んど最初から分節状を示さないのは注意すべき点である。尾椎の部分にはこの仙椎外側部の様な軟骨性の連続がない。胸廓の部分には、12 対の肋骨原基は極めて早く現われるが、この肋骨原基は horizon XVIII までは正中線に達していない。唯最上部第 1 肋骨の直上部には、18 mm(a)、20 mm 例共に正中線を横切る軽度の腹側へ彎曲を示す弧状の密集組織層があつて、その両外側端は肩胛骨上端の前よりの中央部に続いている。且この密集組織層の最外側部に独特の組織像を呈する鎖骨の原基が左右 1 対現われて

おり、正中位に近い部分は密集組織棒の形に止まっている。然るに 18 mm(c) では、化骨しつつある鎖骨の内端は密集組織に包まれている軟骨棒に接し、この軟骨棒は左右 1 対接触しているが、軟骨質の癒合しているところではなく、その上端は左右のものが密接しているけれども、下方へ次第に離れて行き、6 対の肋骨前縁がこの上下の軟骨棒に続いている。この連続には大体いつも密集組織層が介在している。故にこの軟骨棒即胸骨原基に続くものは、11 対の肋骨中の 6 対である。第 7 は第 6 に、第 8 は第 7 に接して終っており、第 9~11 は遊離して終っている。この様に 18 mm(c) 例に見られる様な肋骨の腹側端の軟骨性の連続は軟骨の代りに密集組織性で 18 mm(a) 及 20 mm 例で認められその密集組織棒は、上述の左右の鎖骨原基を含む密集組織棒の内側部に続く、故に horizon XVIII の發育段階で胸骨原基も mesenchymal に現われている訳であるが、その密集は濃密でなく軟骨化の始まるのには稍遠い状態である。Paterson は胸骨について、正中線に来る presternum 即、median thickening of the primitive cellular mesoblast (1902) 或は unpaired mesial structure (1904) であろうと考えているが、著者の所見では肋骨腹側端に 1 対生ずる軟骨片に由来するものと思われる。その胸骨原基の上端は突起して終っており、所謂 Suprasternal (Politzer-Grosser, 1953, 146) かと思われる。Paterson の考へではこの正中線に来る presternum が後方へ生長して二次的に生長しつつある肋骨の腹側と連絡すると云うのであるが、この所見は著者の所見と一致しない。

骨盤の研究としては、古くは Bardeen (1905) のものがあるが、近頃の Gardner and Gray (1950) のものが注意すべき人胎児についての論文であると思われる。他に Schunke (1938) の人胎児仙腸関節の発生、De Santo and Colonna (1939) の同じく人胎児仙腸関節の発生についての報告があり、動物例としては Ruth (1932) のネズミ、兎、犬、豚、猫、armadillo、Calens (1928) の牛、馬等の骨盤発生の報告がある。Ruth の報告中には、尚人胎児も含まれているがよい材料ではないという。今 Bardeen について見ると、11.0 mm 人胎児で骨盤の発生が始まり、14 mm 例で 3 軟骨を生じ、更に 15~20 mm 例中に急速に發育し、3 軟骨が髌臼を形出し、坐骨に spina と tuber の突起を生じ、閉鎖孔が囲まれ始め、20 mm 例では未だ左右の恥骨が離れているが 25 mm 例で軟骨聯合によって左右結合し、閉鎖孔が完全に囲まれるという。

又 Gardner-Gray の論文を見るに 12 mm (6 週) から 370 mm (65 週) までの 52 例の人胎児について研究しているのであるが、それによると、12 mm 例で大腿骨体に前軟骨を生じ、骨盤原基としては小さい前軟骨と blast. tissue とが現われている。従つて髌臼の部分もその位置が分るだけであるが、これは 14~15 mm 例で明瞭となり、大腿骨体の軟骨中心は大きくなっている。これから 1 週後になつて腸、坐、恥の 3 骨が前軟骨から成り、髌臼の凹みは強く、大腿骨頭は丸味を帯びると云い、第 1 図に 20 mm 例を図示している。次にその 20~25 mm の 5 例中 1 例では恥骨が坐骨及腸骨の軟骨から密集組織層でへだてられているが、他の 4 例では軟骨性に連続していると云い、その髌臼像が 22 mm 例 (第 2 図) により図示され、大転子の高まりが指摘されている。さらにまた軟骨間の interzone については、12~15 mm 例で軽度に 17 mm 例で明瞭に現われ、20 mm 例でこの interzone に 3 層が区別され、その両外層は大腿骨及寛骨の軟骨膜に続き、中間層は周囲の組織へと続く。この構造は 20~25 mm 例で、もつとはつきりとし、5 例中 3 例に腔隙を生じており、20 mm 例から関節囊の密集組織層を生ずるといふ。Schunke は 25 mm 乃至 46.5 cm (8 週~9 月) の 35 例人胎児について仙腸関節を見て居り、その 25 mm 例では未だ関節腔を生じていないが (第 1 図) 40 mm 例でこれを生じている (第 2 図) という。また De Santo-Colonna によると、6 週の人胎児ではつきりした仙腸関節の腔を生じておらず、胯臼を形成している軟骨の輪郭が明瞭を欠き、両軟骨間の関節の部分が生じられていると云い、更に 10, 14, 20, 30 週の例について関節構造を追及している。今 Gardner and Gray の附図につき軟骨の組織像を見るとその 20 及 22 mm 例は、著者の場合の 18 mm(a) 及 20 mm 例の像と略々一致しており、著者の 18 mm(c) 例では今少しく發育が進んでいる様に思われる。併しこの 18 mm(c) 例でも尚関節腔の出来始めはこの胯臼を始めて、他の総ての関節に未だ認められていない。関節の発生学的研究としては Whillis 及 Haines のものがある。Whillis (1940) は 30 mm 人胎児以後の関節について図示しているが、Haines (1947) はその最初の 11 mm 人胎児に於ける出現から 30~34 mm に於ける synovial cavities の出現まで追及している。それによると、関節は軟骨間の skeletal blastema の残り (interzones) として現われ、この interzone は 3 層の段階を経る。3 層の

内2層は軟骨層となり、その間の層は intermediate loose layer となり、ここに腔を生ずる。大きい関節で interzone の現われるのは 11~12 mm 胎児であり周囲に fibrous capsule の生ずるのは 16 mm 例である。interzone が3層に分れるのは 21~26 mm 例であり、synovial mesenchyme の液化は 30~34 mm 例に始まり、40 mm 例で関節の構造が明らかになるという。著者の 18 mm(c) 例の髌臼関節の interzone は未だ3層に分れておらず様であるが、Haines の 16 mm 例で生ずるといふ fibrous capsule は生じ始めている。この例では恥骨聯合の部分は密集組織性であり、(Fig. 7, Pl. 2) 閉鎖孔は殆んど軟骨性に囲まれている。然し上肢の肩胛骨及鎖骨が化骨しているのに反し骨盤を作る3個の軟骨は皆化骨を欠いている。然しその軟骨の組織像は、化骨の近く始まる可く想像せしめる。また坐骨の spina は tuber より反つて大きいのは注意すべき点であろう。今著者のこの化骨胎児 18 mm (c) について Mall (1906) の化骨順序を参考に見ると、全身の内、鎖骨と下顎とが最も早く化骨点の現われるところであり、その 15 mm 人胎児 2 例及 16 mm 例でこの2点のみ化骨しており、次に 16 mm 1 例、18 mm 2 例で更に上顎の化骨のこれに加わるものがある。更に他の 18 mm 例では上腕骨及大腿骨の化骨せるものがこれに加わり、全身中化骨点は5ヶ所となり、19 mm 例では橈骨と脛骨とが更にこれに加わる。その次に化骨が現われるのは尺骨であり、これに次ぐのが腓骨と肩胛骨となつてゐる。著者例では腓骨には化骨が始まつていないが、肩胛骨は化骨を始めた許りであるから、恐らく肩胛骨の方が腓骨よりも早く化骨し始めるものであろう。

この 18 mm(c) 例の軟骨頭蓋は可なり出来上つていて、頭蓋底の正中部、両外側の後頭翼、耳囊、耳小骨、Meckel 氏及 Reichert 氏軟骨、翼蝸牛突起、側頭翼、眼窩翼、鼻囊及鼻中隔、後頭部の Tectum posterius 等を全く軟骨性に認める事が出来、脳下垂体の凹みも識別出来る。即頭部の軟骨性の輪廓は全く出来上つていと考へてよい。その軟骨頭蓋の化骨は上顎及び下顎に限られている事は、前述の通りである。Low (1910) の 18 mm 例でも下顎骨板が Meckel 氏軟骨腹側端からその半ばまで出来ており、その上方を顔神経が通つてゐるという。

また上肢及下肢の遊離している部分を見ると、18 mm(c) では軟骨性骨骼が殆んど出来上つており、手では第3指骨まで完成している。足では7個の足根骨

及5条の中足骨第1、第2趾骨は出来ていて、第2乃至第5趾の末節が未だ密集組織性である。上肢では上腕骨、橈骨、尺骨に軟骨化が始まつており、腕骨中には左右共に中心骨 (Fig. 15, Pl. 4) が舟状骨、大及小多稜骨、月状骨及有頭骨に囲まれて存在している。下肢では大腿骨と脛骨とが化骨し始めていて、腓骨には化骨像が現われていない事前述の通りである。膝蓋骨は未だ輪廓が明瞭でないが、既に軟骨性の変化を示している (Fig. 16, Pl. 4)。足根骨中の第1楔状骨だけは左右共に2個の軟骨片から成つてゐる様であつて (Fig. 17, Pl. 4) その2個のものは dorsoplantar に隣接して小さい同大のものから成つてゐる。今この手及足の部分の軟骨性骨骼の出来て行く様子を見ると、18 mm (a) 及 20 mm 例の手では豆骨を除き中心骨を入れた8個の腕骨及5条の中手骨が軟骨性になるや、ならずの状態でも角一応識別出来、指骨は第1位即近側のものが中央3条のみに密集組織性に認められるが、その足では足根部の密集組織塊が2~3に分けて認められる程度で個別には見分け難く、中足骨は中央3条のみが軽度の軟骨化を見せてゐる外は、他の中足骨及趾骨の密集組織は余り著明ではない。此等の部分の組織像を見ると、手の中手骨、足の中足骨は軟骨化が始まると夫々の手根及足根の骨よりも軟骨性分化が著明な様であり、指骨や趾骨は更に遅れる。此等、5条の指の分化の様子を見ると、中央の3条が先づ分化し両外側は、一歩遅れて分化するものゝ様である。尙 O'Rahilly (1951) は 13 乃至 28 mm 10 例人胎児について、膝関節の発生を見てゐるが、それによると人胎児では、大腿骨と腓骨との間に7週頃に生じてゐる中間帯には、間もなく脛骨の組織が侵入し、脛骨が発達しない場合にはこの中間帯に空洞が形成せられるとの事である。著者の例では、18 mm (a) 及 20 mm では軟骨の輪廓の鋭くないこと O'Rahilly 報告の Fig. 1, Pl. 1 の 16 mm 例の如くであるが、18 mm (c) 例では輪廓著しく鋭くその Fig. 2 の 18 mm 例の通りで、大腿骨と脛骨とは密接している。尙 Walmsley (1939) は 20 mm 以上の人胎児について膝蓋骨の発生を追及してゐるが、其によると 20 mm 及 23.4 mm 例でその原基が現われ、30 mm 例で軟骨性となり、32 mm で著明となるという。著者例では、18 mm (c) 例で明らかに軟骨化し始めている様に思われるが、その輪廓は漠然としている (Fig. 16, Pl. 4)。20 mm 例では一層不明瞭であるがその原基と推定されるものは見えている。Gardner, Gray and O'Rahilly (1959)

Grade of the chondrification in human embryo

	18 mm (a) human embryo	20 mm human embryo	18 mm (c) human embryo
Ossification 5			Maxilla + Premaxillare, Radius Mandibula, Ulna Scapula, Femur Clavicula, Tibia Humerus
4			Occipital basis, Costa I ~ XI Corpus oss. sphen., Proc. neural. I ~ 30 Os ilium Pars vestibularis, Costa cerv. (cerv. VII) Cartilago Meckeli
3 ~ 4	Humerus Femur Radius Ulna	Scapula Ulna Humerus Femur Radius Tibia	Ala occipitalis, Corpus vert. I ~ 23, Fibula Metacarp. I ~ V Ala temporalis
3	Proc. neural. cerv. VI ~ VII Proc. neural. thorac. I ~ XII Costa I ~ IX Scapula Tibia Fibula	Proc. neural. cerv. II ~ VIII Proc. neural. thorac. I ~ XII Proc. neural. lumb. I ~ III Costa I ~ XI Fibula	Lamina alaris, Os multang. min., Phalanx distalis man., Os centrale Cartilago Reicherti, Os capitat., Talus Septum nasi, Os navicul., Calcaneus Tectum posterius, Os hamat., Os cuneiforme I ~ III Corpus vert. 23 ~ 32, Os triquet. Os naviculare pedis Os pubis, Os lunat., Metatarsium I ~ V Os ischii, Phalanx prox. media, dist. man. Phalanx prox. et med. pedis Os multang. maj.
2 cartilage	Ala occipitalis Corpus vert. cerv. II ~ VIII Costae X ~ XII Occipital basis, Corpus vert. thorac. I ~ XII Os ilium Corpus oss. sphen., Corpus vert. lumb. I ~ III Os ischii Pars vestibularis, Proc. neural. cerv. II ~ V Dens epistrophei, Proc. neural. lumb. I ~ III	Ala occipitalis, Corpus vert. I ~ 22 Occipital basis, Costa XII Corpus oss. sphen., Os ilium Pars vestibularis, Os ischii Dens epistrophei	Proc. ali-cochl. Stapes, Incus, Malleus Ala orbitalis, Sternum Ala hypochiasmatica, Os cuboides Pars cochlearis, Patella Capsula nasi
1	Ala orbitalis. Proc. neural. sac. I ~ V Ala hypochiasmatica, Proc. neural. coccy. I. Lamina alaris, Os pubis Cartilago Meckeli (Clavicula) Cartilago Reicherti, Os navicul. Malleus, Os capitat. Corpus vert. lumb. IV V Os triquet. Corpus vert. sac. Corpus vert. coccy. Proc. neur. lumb. IV V	Proc. ali-cochl., Corpus vert. 23 ~ 30, Phalanx prox. man. I ~ V Ala orbitalis, Proc. neur. 23 ~ 30, Metatarsium I ~ V Ala hypochiasmatica, Os pubis Lamina alaris (Clavicula) Cartilago Meckeli, Os multang. maj. Cartilago Reicherti, Os multang. min. Malleus, Os navicul. Os capitat. Os hamat. Metacarp. I ~ V	
-1 Precartilage	Proc. neural. coccy. II, Metacarp. I ~ V Proc. ali-cochl., Os hamat. Phalanx prox. I ~ V Pars cochlearis, Os pisiform. Stapes, Incus, Os lunat. Metatarsium I ~ V	Pars cochlearis, Os triquet. Ala temporalis, Os lunat. Stapes, Incus Os pisiforme	
-2	Ala temporalis Ossicula auditus		

が 7 mm 乃至 460 mm の 84 例人胎児につき、足の骨骼及関節を研究したところによると、足の骨骼は horizon 17 では未だ blastemal であつて、その 18 以後に軟骨化して行くと言っているのは、著者の所見と大体一致するが、著者は尙一般に早く horizon XVII から軟骨化が始まると云う事が出来ると思う。尙 Streeter (1949) は上腕骨の軟骨の發育状態によつて、その胎児の發育段階を判断出来るとし、5 phases を区別している。その phase 1 は細胞間質の増加が始まっているものに限られ、中央部の細胞は幾らか大きく、細胞間質で距てられているが周囲の方へ次第に blastemal cells に移行する。phase 2 では細胞間質が一層増加するが軟骨細胞が骨の長軸に対して横の配列をとるのが特長であるとされ、phase 3 では尙細胞間質が増大すると同時に細胞原形質には特有の空泡 vacuoles が現われ、phase 4, 5 と此等の特質が進行して行くという。その phase 5 は著者例の化骨開始部周囲の軟骨像と大体一致する様に思われるが、その phase 2 に挙げてある独特の軟骨細胞の配列は余り気付かれない構造の様に思われる。

む す び

1. 人胎児の軟骨化は Streeter の horizon XVI 頃に始まるが horizon XVII 頃に、始めてその軟骨の輪廓が明瞭となり始める。
2. 末梢神経の分化は、horizon XVI に横隔膜神経を始めとし、上下肢の神経皆大体その配置を終る。
3. 従つて Bardeen-Lewis (1902) の云う様に、骨骼の構造が神経の侵入に先行するのではなくて、両者の分化は平行関係にある。
4. 人胎児の軟骨化は後頭部及上位椎、上腕骨、大腿骨に殆ど同時に始まるが、軟骨質の分化は上、下肢の方が早い。
5. 著者の 18 mm(a) 及 20 mm は略々同じ發育段階 (horizon XVIII) にあるが、20 mm 例の方が僅か先行しており、高木の第 4 度に近い軟骨像を示すもの 18 mm(a) 例では、上腕骨、橈骨、尺骨、大腿骨の 4 あるのに対し、20 mm 例ではその外に脛骨と肩胛骨とがこの程度まで分化している。
6. 18 mm(c) 例では上腕骨、橈骨、尺骨、大腿骨、脛骨、肩胛骨に化骨現象が現われており、その化骨現象の周囲の軟骨の組織像は高木の第 4 度より今一層分化が進んでいるから、これを第 5 度の軟骨とすれば、この第 5 度の軟骨に達して始めて化骨が始まると云うことが出来る。

7. 18 mm(c) 例では以上の 6 個の上、下肢骨の外に、上、下顎及鎖骨に化骨が始まつており、上顎では正中面に近く顎間部に達し、下顎では Meckel 氏軟骨の全長にわたっている。

8. 鎖骨の化骨現象は独特の像を呈しており、Hanson の云う様な 2 点に化骨が始まるという形ではなく一部は貝殻状に表面に板状に拡がり、そこから深部へと化骨が進行していく様である (Fig. 9, Pl. 2)。

9. 鎖骨の化骨に先行する組織像は単純な密集組織像ではなく、独特の分化を示す部分が輪廓をもつて現われ、それは成分が軟骨の像に似たところもあるが、軟骨の様な基質の分化が見られず、軟骨とは思われない。故に、Hanson の云う様に結組織性に生ずるといふ可きであろう。

10. 18 mm(c) 例で、第 4 度の軟骨像を示すのは大部の肋骨、脊椎神経突起、腸骨 (Fig. 8, Pl. 2) Meckel 氏軟骨 (Fig. 12, Pl. 3) 頭蓋底の後頭部並びに楔状部、耳囊前庭部等で椎体はその椎の神経突起よりも分化が遅れている。

11. 腰椎の椎体外側から神経突起へかけては、所謂肋突起及横突起の発生を見るが、一般に不規則であつて、肋横突起と一括して、呼ぶ可き形のものが割に多い。

12. 胸骨の原基は軟骨性肋骨の腹側端で頭尾方向に連続している密集組織棒に始まり、18 mm(c) 例では左右共に軟骨棒となり、上端部では左右の軟骨棒が接触しているが、下方へ次第に離れており、この例では 11 対の肋骨の内 6 対が直接胸骨原基に続いている。

13. 以上の所見から胸骨は 1 対の原基の癒合によつて生ずるものと思われる。この 18 mm(c) 例では可なり長い頸肋が 1 対ある。

14. 人胎児の骨盤は他の哺乳動物の多くのものと同様腸骨、恥骨、坐骨の 3 部分の軟骨から発生する。3 部分は殆んど同時に現われ始め略々平行して分化して行くが、中でも腸骨の分化は稍々他のものに先立つている (Fig. 8, Pl. 2)。

15. 18 mm(c) 例では閉鎖孔が殆んど軟骨性組織で囲まれている。18 mm(a), 20 mm 例では前方に開いているがその位置は、閉鎖神経の走行によつて明らかである。

16. 髋関節を始めとして、全身の関節でその interzone の分化は 18 mm(c) 例でも未だ始まらないが、関節囊の繊維の分化はこの例に至つて漸く始まつている。

17. Mall の化骨順序の表によると、腓骨と肩胛骨とが同時に化骨を始める様であるが、著者の 18 mm (c) 例では肩胛骨に化骨が始まっているが、腓骨では始まっていない。

18. 18 mm(c) 例の手では第 3 指骨まで完全に軟骨が出来ており、中心骨が左右共腕骨中にある (Fig. 15, Pl. 4)。足では第 2 趾骨まで軟骨性であるが、第 2~5 趾の第 3 趾骨は未だ軟骨性となつて現われていない。又足根部では第 1 楔状骨が小さい 2 個の軟骨片から成つている (Fig. 17, Pl. 4)。

19. 膝蓋骨が 18 mm(c) 例で軟骨性に現われているが、その輪廓は未だ不明瞭である (Fig. 16, Pl. 4)。

20. Streeter の軟骨組織の發育に就て挙げているその第 2 度に見られる様な軟骨細胞の独特の排列は一般的な現象とは思われない。

稿を終るに臨み 御懇篤なる御指導と御校閲を賜りました恩師横尾安夫 教授に心から深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) Bardeen, C.R. and Lewis, W.H. : Am. J. Anat. **1**, 1 (1901)
- 2) Bardeen, C.R. : Am. J. Anat. **4**, 265 (1905)
- 3) De Santo, D.A. and Colonna, P.C. : Arch. Surg. **39**, 448 (1939)
- 4) Fawcett : J. Anat. **44**, 207 (1910)
- 5) Gardner, E. and Gray, D.J. : Am. J. Anat. **87**, 163 (1950)
- 6) Gardner, E. and Gray, D.J. : Anat. Rec. **87**, 235 (1943)
- 7) Grosser : Grundriss d. Entwicklung d. Menschen. 4 Aufl., 146 (1953)
- 8) Haines, R.W. : J. Anat. **81**, 33 (1947)
- 9) Hanson, F.B. : Am. J. Anat. **26**, 41 (1919)
- 10) Hanson, F.B. : Anat. Rec. **18**, 1 (1920)
- 11) Hanson, F.B. : Anat. Rec. **19**, 309 (1920)
- 12) Hayek, H. : Morph. Jahrb. **60**, 371 (1929)
- 13) Kurihara, T. : Nippon Ika Daig. Z. **22**, 597 (1955)
- 14) Kimura, T. : Nippon Ika Daig. Z. **23**, 333 (1956)
- 15) Low, A. : J. Anat. & Physiol. **44**, 83 (1909)
- 16) Mall : Am. J. Anat. **5**, 441 (1906)
- 17) Matsui : Kaibō. Z. **19**, 442 (1942)
- 18) Norback, C.R. : Anat. Rec. **87**, 29 (1943)
- 19) Norback, C.R. : Anat. Rec. **88**, 91 (1944)
- 20) O'Rahilly, R. : J. Anat. **85**, 166 (1951)
- 21) Paterson, A.M. : Brit. Med. Journ. **2**, 777 (1902)
- 22) Paterson, A.M. : Brit. Med. Journ. **2**, 1014 (1904)
- 23) Peacock, A. : J. Anat. **85**, 260 (1951)
- 24) Ruth, E.B. : Anat. Rec. **53**, 207 (1932)
- 25) Streeter, G.L. : Contrib. Embryol. **32**, 133 (1948)
- 26) Streeter, G.L. : Contrib. Embryol. **33**, 149 (1949)
- 27) Takagi, Y. : Nippon Ika Daig. Z. **25**, 628 (1958)
- 28) Tone, K. : Nippon Ika Daig. Z. **25**, 443 (1958)
- 29) Tsuzuki, S. : Nippon Ika Daig. Z. **24**, 183 (1957)
- 30) Yokoh, Y. : Nippon Ika Daig. Z. **23**, 1 (1956)
- 31) Whillis, J. : J. Anat. **74**, 277 (1940)

附 図 説 明

18 mm(a), 20 mm, 18 mm(c) Embryo			
Plate 1, Fig. 1	18 mm(a) Embryo,	Humerus	10×8
2	"	Hip joint	"
3	20 mm	Humerus	"
4	"	Hip joint	"
5	"	Clavicula	"
Plate 2, Fig. 6	18 mm(c)	Humerus	"
7	"	Hip joint	"
8	"	"	10×8
9	"	Clavicula	"
Plate 3, Fig. 10	"	Maxilla	"
11	"	Maxilla + Premaxilla	6×8
12	"	Mandibula, Meckel	10×8
13	"	Scapula	"
Plate 4, Fig. 14	"	Ulna	"
15	"	Os centrale	6×8
16	"	Patella	"
17	"	Os cuneiforme I	6×8

略号 0.....Ossification

- 1.....Humerus
- 2.....Femur
- 3.....Ischii
- 4.....Ilium
- 5.....N. obturatorius
- 6.....Clavicula
- 7.....Pubis
- 8.....Hip joint
- 9.....Maxilla
- 10.....Mandibula
- 11.....Cartilago Meckeli
- 12.....Cavum nasi
- 13.....Septum nasi
- 14.....Cavum oris
- 15.....Scapula
- 16.....Ulna
- 17.....Metacarpus I

- 18.....Metacarpus II
- 19.....Multang. min.
- 20.....Multang. maj.
- 21.....Capitulum
- 22.....Os centrale
- 23.....Naviculare
- 24.....Radius
- 25.....Patella
- 26.....Metatarsale I
- 27.....Cuneiforme I
- 28.....Cuneiforme II
- 29.....Naviculare pedis
- 30.....Tibia
- 31.....Articulatio sacroiliaca
- 32.....mesenchym

DEVELOPMENT OF THE CARTILAGEOUS SKELET IN HUMAN EMBRYO

S. KOBAYASHI

Department of Anatomy,
Nippon Medical School

- 1) A cartilagenous change of the skelet in human embryo appears first in the developmental stage of Streeter's horizon XVI, while the circumference of the cartilage becomes distinct in the next horizon XVII.
- 2) As for the peripheral spinal nerves almost all the main of the arm and leg including phrenic nerve reach their definite regions in the horizon XVI, so that one can not say that the development of the skelet proceeds the distribution of the nerves.
- 3) The chondrification of the skelet begins in the occipital, upper cervical vertebrae, humerus and femur almost in the same developmental stage, while the differentiation of the cartilagenous tissue proceeds differently, the cartilage of the latter two differentiate more rapid than that of the occipital and vertebral column.
- 4) Although the author's 2 specimens belong to almost the same developmental stage of horizon XVIII, 20 mm long is a little elder than 18 mm (a) long one. So that while in 18 mm (a) long one the humerus, ulna, radius and femur are the most differentiated cartilages, in 20 mm long the tibia and scapula must be added to the above mentioned as such.
- 5) In 18 mm (c) long specimen, there are 9 ossification center., among which 6 humerus (Pl. 2, Fig. 6), ulna (Pl. 4, Fig. 14), radius, femur, tibia and fibula. The cartilages which are beginning to ossify are more differentiated than that of Takagi's 4th grade, they may be called 5th grade

cartilages. That is to say that when the ossification begins the cartilage must be differentiated to this 5th grade.

- 6) The ossified plate of the maxilla reaches almost median plane so that the premaxillare must be unified with the maxilla, (Pl. 3, Fig. 10, 11) that of the mandibula is also long and reaches all the length of Meckel's cartilage. (Pl. 3, Fig. 12).
- 7) The mode of ossification for clavicle is very peculiar (Pl. 2, Fig. 9). Its ossification seems to be dermal as Hanson and other say, but if there are two centers for ossification is doubtful, as the ossification proceeds from fore half backward on the hinder surface in form of a shell, so that a new center in the hinder half is a little doubtful.
- 8) In 18 mm (c) long embryo, almost all ribs, neural processes of almost higher vertebrae, or ilium, Meckel's cartilage, occipital and sphenoid parts of the cranial base plate, vestibular part of otic capsule are all at the Takagi's 4th grade cartilage, corpus vertebrae are a little retarded in differentiation than neural processes of the same vertebrae.
- 9) The forms of so-called proc. costalis and transversus for the lumbal vertebrae are very irregular, those parts of sacral vertebrae are fused craniocaudal surrounding with those corpus the anterior rami of sacral nerves.
- 10) The sternum appears as a pair of longitudinal mesenchymal band connecting the ventral ends of cartilage ribs in horizon XVIII. It becomes cartilagenous in 18 mm (c) embryo, both sides cranial ends touch with each other side by side, their caudal parts separating gradually.
- 11) The pelvis of the human embryo consists of 3 pair cartilages, i.e. ilium, ischii and pubis, as in the case of mammals, these 3 parts differentiate almost parallel, although ilium a little advanced among those 3. (Pl. 2, Fig. 8).
- 12) Foramen obturans is surrounded almost completely cartilagenous in 18 mm (c) long specimen, but its situation in younger specimens is definite as the obturator nerve passes through.
- 13) In all the diarthroidal joints the differentiation of the interzone does not occur in 18 mm (c) long one, while that of the articular capsule is beginning, in the earlier 2

specimens not yet.

- 14) After Mall scapula and fibula seem to begin to ossify in the same developmental stage. In our 18 mm (c) long one, the former is beginning to ossify, the latter not yet.
- 15) In our 18 mm (c) long one, all the distal phalanges appear cartilaginous for arm, while those of 4 fibular phalanges for leg yet mesenchymal. There is a cartilage for os centrale (Pl. 4, Fig. 15) on both sides,

while cuneiforme 1 of both sides foot consists of two small cartilage segments. (Pl. 4, Fig. 17).

- 16) The patella appears first in 18 mm (c) long one cartilaginous, its circumference is not yet definite. (Pl. 4, Fig. 16).
- 17) The peculiar arrangement of cartilaginous cells in Streeter's phase 2 cartilage appears to happen only seldom.

小林論文付図 1

Pl. 1

Fig. 1

298

Fig. 2

495

Fig. 3

447

Fig. 4

680

Fig. 5

410

小林論文付図2

Pl. 2

Fig. 6

413

Fig. 7

767

Fig. 9

378

Fig. 8

767

小林論文付図 3

Pl. 3

Fig. 10

363

Fig. 11

382

Fig. 12

382

Fig. 13

414

小林論文付図4

Pl. 4

Fig. 14 420

Fig. 15 399

Fig. 16 757

Fig. 17 808